

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Medicina



TESIS DOCTORAL

Reclutamiento alveolar con dispositivos supraglóticos con acceso gástrico:
LMA Supreme y LMA Proseal

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Mónica Núñez Murias

Directores

Alfonso Vidal Marcos
Carmen Gasco García

Madrid, 2018

Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Medicina
Departamento de Farmacología



**Reclutamiento alveolar con dispositivos
supraglóticos con acceso gástrico: LMA
Supreme y LMA Proseal**

TESIS DOCTORAL

Mónica Núñez Murias

Madrid 2017

Mónica Núñez Murias

Título:

**Reclutamiento alveolar con Dispositivos Supraglóticos
con Acceso Gástrico: LMA Supreme y LMA Proseal**

Directores:

Prof. Dr. Alfonso Vidal Marcos

Profesor Asociado. Anestesiología y Reanimación.
Departamento de Farmacología. Facultad de Medicina.
Universidad Complutense. Madrid.

Prof. Dra. Carmen Gasco García

Profesora Honorífica. Anestesiología y Reanimación
Departamento de Farmacología. Facultad de Medicina.
Universidad Complutense. Madrid.

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA**

A mi marido, Jose y a mis hijos, Carlos y Berta, porque su amor y cariño constante hacen que mi vida junto a ellos sea un regalo.

A mis padres, Mariano y Maribel, por darme la mejor educación y enseñarme que el esfuerzo siempre merece la pena.

A mis hermanos, Alberto y Carlos, por estar siempre que les he necesitado.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jose Beleña, mi marido, porque sin él, sin su ánimo y su apoyo incondicional, sin sus consejos y su ayuda, me hubiera resultado casi imposible concluir esta Tesis Doctoral.

Al Dr. Alfonso Vidal, co-director de esta tesis, jefe y también amigo. Gracias por guiarme en este arduo camino y por orientarme sabiamente desde el principio. Gracias por su paciencia y confianza en este proyecto.

A la Dra. Carmen Gasco, co-directora de esta tesis, gracias por querer formar parte de este trabajo, por su apoyo y dedicación.

Al Dr. Carlos Labandera, médico, estadístico y experto en modelos predictivos, porque gracias a su encomiable trabajo y su nivel de exigencia, esta tesis cuenta con un análisis estadístico excepcional.

A mis compañeros del Servicio de Anestesiología del Hospital Sur, por su colaboración y apoyo.

A todos aquellos que han tenido algo que ver con la realización de esta tesis. Gracias por todo.

ÍNDICE

Página

Abstract.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	19
1.1. Anatomía y Fisiología del Aparato Respiratorio.....	20
1.1.1. Anatomía del Aparato Respiratorio.....	20
1.1.2. Fisiología del Aparato Respiratorio.....	30
1.2. Atelectasias Perioperatorias.....	37
1.2.1. Concepto.....	37
1.2.2. Causas de la formación de atelectasias durante AG.....	39
1.2.3. Factores que influyen en la formación de atelectasias durante la cirugía.....	40
1.2.4. Importancia de las atelectasias en la evolución del paciente.....	42
1.2.5. Consecuencias de las atelectasias.....	45
1.2.6. Prevención de la formación de atelectasias.....	46
1.3. Reclutamiento Alveolar.....	48
1.3.1. Definición.....	48
1.3.2. Maniobras de Reclutamiento Alveolar (MRA).....	49
1.3.3. Conclusiones acerca del Reclutamiento Alveolar.....	54

1.4. Dispositivos Supraglóticos (DSG).....	55
1.4.1. Definición.....	55
1.4.2. Clasificación.....	57
1.4.3. Mascarilla Laríngea Clásica.....	58
1.4.4. La Mascarilla Laríngea Clásica en situaciones especiales.....	67
1.4.5. Evolución de los Dispositivos Supraglóticos.....	70
1.4.6. Dispositivos Supraglóticos con Acceso Gástrico.....	73
1.5. Usos avanzados de los Dispositivos Supraglóticos.....	85
1.5.1. Generalidades.....	85
1.5.2. Usos avanzados.....	87
1.5.3. Usos intermedios (o mínimamente avanzados).....	96
1.6. Ventajas y desventajas de DSG frente a la IET.....	98
1.6.1. Ventajas.....	98
1.6.2. Desventajas.....	99
2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	101
3. HIPÓTESIS.....	107
4. OBJETIVOS.....	111
4.1. Objetivo principal.....	112
4.2. Objetivos secundarios.....	112
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	115
5.1. Diseño del estudio.....	116
5.2. Muestra del estudio.....	116
5.3. Criterios de inclusión y exclusión.....	117

5.4. Aleatorización de pacientes.....	118
5.5. Valoración Preanestésica.....	119
5.5.1. Valoración de la vía aérea.....	119
5.5.2. Pruebas complementarias.....	123
5.6. Acto anestésico.....	123
5.6.1. Preparación del paciente.....	123
5.6.2. Inducción anestésica.....	124
5.6.3. Manejo intraoperatorio.....	125
5.7. Variables estudiadas.....	130
5.7.1. Variables generales.....	130
5.7.2. variables relacionadas con la ventilación.....	130
5.7.3. Variables relacionas con la aparición de efectos adversos.....	131
5.8. Estudio estadístico.....	131
5.8.1. Tamaño de la muestra.....	131
5.8.2. Análisis estadístico.....	132
6. RESULTADOS.....	141
6.1. Descripción de la muestra: variables generales.....	142
6.2. Manejo de los Dispositivos Supraglóticos.....	158
6.2.1. Tamaño de los Dispositivos Supraglóticos.....	158
6.2.2. Número de intentos de colocación del dispositivo.....	160
6.2.3. Test de Sellado o Presión de Sellado.....	161
6.3. Ventilación.....	163
6.3.1. Volumen Tidal espirado.....	163

6.3.2. Presiones en vía aérea.....	165
6.3.3. Nivel de CO ₂ espirado.....	171
6.4. Reclutamiento/ Oxigenación.....	172
6.4.1. Estadística descriptiva de las variables.....	173
6.4.2. Estadística descriptiva de la evolución de las variables.....	181
6.4.3. Aplicación del modelo matemático.....	186
6.5. Presión Positiva al final de la Espiración (PEEP).....	198
6.5.1. PEEP intrínseca.....	198
6.5.2. PEEP máxima durante reclutamiento.....	198
6.5.3. PEEP máxima alcanzada.....	199
6.6. Repercusión hemodinámica del reclutamiento.....	201
6.7. Efectos adversos intraoperatorios.....	202
6.8. Efectos adversos postoperatorios.....	206
7. DISCUSIÓN.....	209
7.1. Análisis de la muestra y de las variables generales.....	211
7.2. Manejo de los dispositivos supraglóticos.....	215
7.2.1. Tamaño de los Dispositivos Supraglóticos.....	215
7.2.2. Número de intentos de colocación del dispositivo.....	215
7.2.3. Test de Sellado o Presión de Sellado Orofaringea.....	216
7.3. Ventilación.....	219
7.3.1. Volumen Tidal espirado.....	220
7.3.2. Presiones en vía aérea.....	221
7.3.3. Nivel de CO ₂ espirado.....	222

7.4. Reclutamiento/ Oxigenación.....	223
7.4.1. Saturación de oxígeno.....	223
7.4.2. Complianza efectiva Estática.....	234
7.4.3. Complianza efectiva Dinámica.....	240
7.5. Presión Positiva al final de la Espiración (PEEP).....	245
7.6. Repercusión hemodinámica del reclutamiento.....	247
7.7. Efectos adversos intraoperatorios.....	249
7.8. Efectos adversos postoperatorios.....	251
8. CONCLUSIONES.....	255
9. BIBLIOGRAFÍA.....	259
10. ABREVIATURAS.....	297
11. ANEXOS.....	299

ABSTRACT

Title. *Alveolar recruitment with supraglottic devices with gastric access: LMA Supreme and LMA Proseal.*

Background. It is well known that atelectasis appears during general anesthesia and affects almost 90% of surgical patients. Alveolar recruitment maneuvers recruit collapsed alveoli, increase gas exchange and improve arterial oxygenation. Besides, the use of supraglottic devices is highly extended nowadays in many surgical procedures performed under general anesthesia. We consider necessary to study the effectiveness and safety of alveolar recruitment maneuvers executed with supraglottic devices with gastric access (LMA Supreme and LMA Proseal).

Methods. One hundred patients, adults, ASA I-III, non obese, undergoing different surgical procedures with general anesthesia, were randomly allocated into two different groups, LMA Supreme and LMA Proseal. Anesthesia management was standardized. During general anesthesia, alveolar recruitment maneuvers increasing PEEP were performed. Values of compliance, expired tidal volumen, peak pressure and plateau pressure, arterial pressure, SpO₂, EtCO₂ and PEEP were written down. Besides, the ease of insertion of supraglottic device and the appearance of adverse effects were also evaluated.

Results. The insertion of device in LMA-S group was easier respect to LMA-P group, being significative difference. Oropharyngeal leak pressure (OLP) was higher in LMA-P group, with a significative difference respect to

LMA-S group. SpO₂ got better during and after recruitment, but there were no differences between LMA-S and LMA-P, although a negative relation was shown between BMI and SpO₂, bigger with LMA-S. Both compliances, estatic and dynamic, become better after recruitment maneuvers, but there were no differences between groups. Only a negative relation was shown once more between BMI and compliance, bigger with LMA-S. Significant differences were founded with maximum PEEP reached; LMA-P group ended recruitment maneuvers in higher number of patients. There were no significant differences with other evaluated parameters.

Conclusions. Alveolar recruitment maneuvers with supraglottic devices with gastric access not only are posible, but also are effective and safe.

RESUMEN

Título. Reclutamiento alveolar con dispositivos supraglóticos con acceso gástrico: LMA Supreme y LMA Proseal.

Contexto. Es sabido que las atelectasias aparecen durante la anestesia general y afectan casi al 90% de los pacientes quirúrgicos. Las maniobras de reclutamiento alveolar abren los alveolos colapsados, incrementan el intercambio de gases y mejoran la oxigenación arterial. Además, hoy en día, el uso de dispositivos supraglóticos está ampliamente extendido en numerosos procedimientos quirúrgicos realizados bajo anestesia general. Por ello, consideramos necesario estudiar tanto la efectividad como la seguridad de realizar maniobras de reclutamiento alveolar con dispositivos supraglóticos con acceso gástrico (LMA Supreme y LMA Proseal).

Métodos. Cien pacientes, adultos, ASA I-III, no obesos, a los que se les iba a realizar distintos procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general, se distribuyeron de manera aleatoria en dos grupos, LMA Supreme y LMA Proseal. El procedimiento anestésico fue estandarizado. Durante la anestesia general se realizaron maniobras de reclutamiento alveolar, incrementando la PEEP de manera progresiva. Se recogieron los valores de complianza, volumen tidal espirado, presión pico y presión meseta, presión arterial, SpO₂, CO₂ espirado y PEEP, antes, durante y después de las maniobras de reclutamiento. Además se evaluaron no sólo la facilidad

de inserción del dispositivo, sino también la aparición de efectos adversos.

Resultados. El grupo LMA-S necesitó menos intentos para la correcta colocación del dispositivo y tubo mayor tasa de éxito al primer intento, respecto al grupo LMA-P, siendo la diferencia significativa. En cuanto a la PSOF, ésta fue mayor en el grupo LMA-P, siendo la diferencia también significativa respecto al grupo LMA-S. La SpO₂ mejoró durante y después de las maniobras de reclutamiento, pero no hubo diferencias entre LMA-S y LMA-P, aunque sí se observó una relación negativa entre el IMC y SpO₂, más marcada con LMA-S. Las complianzas, tanto estática como dinámica, mejoraron tras las maniobras de reclutamiento, pero no hubo diferencias entre ambos grupos. Una vez más, sólo se observó una relación negativa entre IMC y complianza, más marcada con LMA-S. Sí encontramos diferencias significativas en cuanto a la PEEP máxima alcanzada; el grupo LMA-P pudo finalizar las maniobras de reclutamiento en un mayor número de pacientes. Con el resto de parámetros no encontramos diferencias significativas.

Conclusiones. Las maniobras de reclutamiento alveolar con dispositivos supraglóticos de acceso gástrico no solo son posibles, sino que también son efectivas y seguras.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Anatomía y Fisiología del aparato respiratorio

El conocimiento y comprensión de la anatomía y la fisiología respiratoria resulta fundamental para entender los efectos que la anestesia general tiene sobre el aparato respiratorio. Por ello, es importante tener presente los conceptos básicos de la fisiología pulmonar aplicada a la práctica anestésica.

El dominio de los procesos respiratorios fisiológicos es un requisito indispensable para comprender los mecanismos del deterioro del intercambio gaseoso que se produce durante la anestesia y la cirugía.

1.1.1. Anatomía del aparato respiratorio

a) Estructuras de la pared torácica

La caja torácica está formada por las costillas, los cartílagos costales, el esternón y la porción dorsal de la columna vertebral. Existen doce pares de costillas, siete de los cuales son costillas verdaderas que poseen cartílago costal y se articulan directamente con el esternón. No ocurre lo mismo con las falsas que se articulan entre sí. Los dos últimos pares

(undécimo y duodécimo) se denominan costillas flotantes puesto que no se fijan en su cara anterior¹.

Dentro de la cavidad torácica se encuentran los dos pulmones, rodeados cada uno de ellos por su propia pleura. En el vértice del tórax nos encontraríamos con la entrada de la tráquea, el esófago y los grandes vasos sanguíneos, mientras que en la base nos encontraríamos con el diafragma², principal músculo respiratorio.

La profundidad, frecuencia y ritmo y en definitiva, el movimiento del aire desde y hacia los pulmones, son posibles gracias a la contracción coordinada de un grupo de músculos:

- *Músculos inspiratorios*: el diafragma y los músculos intercostales; en inspiración forzada también se reclutan serrato, escaleno y esternocleidomastoideo. El diafragma es el músculo inspiratorio más importante. Es una lámina cupuliforme, convexa hacia el tórax, que en un adulto puede alcanzar los 900 cm². Posee tres orificios principales: a nivel de T8 para la vena cava superior, en T10 para el esófago y en T12 para la aorta. Está inervado por los nervios frénicos desde los segmentos cervicales 3, 4 y 5. Por lo general, el movimiento diafragmático aporta el 70% de la fuerza para la generación del volumen corriente, siendo el otro 30% aportado por el resto de los músculos respiratorios.

Al contraerse el diafragma, la cúpula desciende y aumenta el tamaño de la caja torácica, condicionando un aumento de la negatividad de la presión pleural y por tanto, una entrada de aire en los pulmones.

- *Músculos espiratorios*: la espiración es un proceso pasivo durante la respiración en reposo. La elasticidad que presentan el pulmón y la caja torácica hace que ambos tiendan a recuperar su posición de equilibrio, después de realizarse su expansión activa durante la inspiración . Sin embargo, en situaciones de respiración activa , entran en funcionamiento los músculos espiratorios, a saber, musculatura de la pared abdominal e intercostales internos. Los músculos de la pared abdominal comprenden los rectos del abdomen, los oblicuos mayores y menores y el transversal del abdomen. Al contraerse, aumenta la presión abdominal, produciéndose ascenso del diafragma. Los músculos intercostales internos contribuyen a la espiración activa arrastrando las costillas hacia abajo y adentro (a la inversa que los músculos intercostales externos), reduciendo así el volumen torácico.

b) Vía aérea superior

Comienza funcionalmente en la nariz, continuando con la faringe (nasofaringe, orofaringe e hipofaringe), laringe, epiglotis y glotis². Su principal función es humidificar, filtrar y calentar el aire inspirado; además es nuestro aparato fonador.

La boca, espacio situado desde los labios hasta los pliegues palatoglosos, es el principal lugar de acceso a la vía aérea, fundamentalmente a través de la realización de la laringoscopia directa, así como lugar de inserción de diferentes dispositivos para realizar un correcto manejo de la vía aérea y la ventilación. La correcta apertura bucal (5-6 cm) depende básicamente de la integridad de la articulación temporomandibular.

La lengua es un músculo que juega un papel fundamental en el mantenimiento de la permeabilidad de la vía aérea. Su tamaño es determinante a la hora de realizar una laringoscopia directa e intubación endotraqueal; si su base cae por inconsciencia, la subluxación de la mandíbula hace que se desplace anteriormente y permita la ventilación espontánea o asistida con mascarilla facial.

La nariz es la vía normal de la respiración y la estructura más fija del tracto respiratorio. Las fosas nasales están compartimentadas en dos espacios a ambos lados del tabique, en cuyas paredes laterales se encuentran tres cornetes en dirección anteroposterior.

La faringe es una estructura muscular de forma tubular, que supone un tracto común para la vía aérea superior y la vía digestiva; se divide en tres partes, nasofaringe, orofaringe e hipofaringe. Esta última se sitúa por detrás de la laringe, extendiéndose desde su entrada hasta la entrada del

esófago. La parte más baja de la hipofaringe la constituye el seno piriforme.

La laringe es un órgano situado en la encrucijada aerodigestiva con dos funciones fundamentales. La primera es como válvula protectora que se opone al paso de todo sólido o líquido hacia las vías respiratorias. La segunda es la fonación.

La glotis, que se encuentra en la porción inferior de la laringe, es una apertura triangular delimitada superiormente por los aritenoides y lateralmente por las cuerdas vocales. Se aísla del tracto digestivo a través de una membrana (la epiglotis) y otros elementos óseos (hioides), cartilaginosos (tiroides, cricoides, corniculados, cuneiformes y aritenoides) y musculares que en conjunto se extienden desde la 3ª a la 6ª vértebra cervical. Dichas estructuras cartilaginosas evitan el colapso de la misma durante las presiones negativas inspiratorias.

c) Vía aérea inferior

Está compuesta por la porción subglótica de la laringe, la tráquea y las sucesivas generaciones de bronquios.

La laringe subglótica va desde las cuerdas vocales hasta el cartílago cricoides.

La tráquea es una estructura tubular fibromuscular de unos 10-12 cm de longitud con un diámetro aproximado de unos 20 mm en los adultos. La primera porción de la tráquea es extratorácica y la segunda intratorácica, lo cual hace que se comporten de manera diferente ante los cambios de presión durante el ciclo respiratorio. Se extiende desde el cartílago cricoides hasta la carina y tiene dos porciones diferenciadas: la anterior o cartilaginosa, constituida por 16-20 anillos cartilaginosos en forma de U, y la posterior o membranosa.

Se bifurca a nivel del ángulo esternal (a la altura de la 5^a-6^a vértebra torácica) en los bronquios principales: el derecho tiene unos 2,5 cm de longitud y sale en un ángulo de unos 25° y el izquierdo, que es más largo, unos 5 cm y sale más angulado, unos 45°. Después los bronquios principales se dividen en bronquios lobares y estos a su vez en segmentarios, constituyendo unidades funcionales con irrigación propia.

El bronquio principal derecho se divide en tres bronquios lobares: superior, medio e inferior. El bronquio principal izquierdo es más estrecho y largo que el derecho y pasa bajo el arco aórtico para cruzar frente al esófago y la aorta descendente, con la arteria pulmonar izquierda primero por encima y luego en frente de él. Se divide en dos bronquios lobares: superior e inferior.

De los bronquios segmentarios parten las sucesivas 23 generaciones bronquiales; de la bifurcación 5 a la 11 están las generaciones de bronquios finos, que todavía tienen sostén cartilaginoso; pero las bifurcaciones siguientes, de la 12 a la 16, son generaciones de bronquiolos sin sostén cartilaginoso. Se denominan vías aéreas de conducción. Tienen mayor proporción de músculo liso, por lo que su volumen depende del grado de insuflación del parénquima circundante.

La zona respiratoria terminal está formada por unos 130.000 acinos, formados por los bronquiolos respiratorios, los conductos y los sacos alveolares. Los bronquiolos terminales (bifurcaciones 17 a 19) ya poseen de 5 a 12 alveolos; estos bronquiolos, en las tres bifurcaciones siguientes forman los conductos alveolares con 20 alveolos por conducto; finalmente la bifurcación última de los conductos, son los sacos alveolares. De este modo se puede calcular que hay unos 2270 alveolos por acino, haciendo un total de 300 millones de alveolos lo que proporciona una membrana de 50 a 100 m² para el intercambio de gases.

Su tamaño varía de vértice a base, con los cambios de distensibilidad pulmonar y también, de la concentración de oxígeno en su interior^{3, 4}.

d) Alveolos

El tamaño alveolar depende tanto de la gravedad como del volumen pulmonar. Se considera que el tamaño de un alveolo es de unas 200 µm

de diámetro. En posición erecta los alveolos mayores se encuentran en el vértice pulmonar, mientras que los menores tienden a estar fijados en la base. Durante la inspiración disminuyen las diferencias en el tamaño alveolar.

El epitelio respiratorio contiene cuanto menos dos tipos de células:

- *Neumocitos tipo I*: son planos y forman uniones estrechas. A pesar de ser escasas en número, estas células cubren más del 90% de la superficie alveolar, debido a que son aplanadas y muy extensas. Las uniones estrechas que forman son importantes para evitar el paso de moléculas grandes oncóticamente activas, como la albúmina, al interior del alveolo. Proporcionan un recubrimiento muy fino a la membrana basal alveolar contribuyendo a la eficacia del intercambio de gases.
- *Neumocitos tipo II*: mayores en número (aunque ocupan una parte muy pequeña de la superficie alveolar), son unas células redondas que contienen inclusiones citoplásmicas prominentes (cuerpos laminares). Son los encargados de producir el surfactante. A diferencia de las células tipo I, los neumocitos tipo II pueden dividirse y producir neumocitos tipo I si estos últimos se destruyen. También son resistentes a la toxicidad del oxígeno.

e) Capilares pulmonares

Están constituidos por células endoteliales y son permeables al agua y a muchas moléculas e iones, en contraste con el epitelio alveolar, que en general impide el paso de iones, por lo que es muy vulnerable a ciertos efectos químicos o mecánicos que pueden alterar la permeabilidad capilar pulmonar.

Su integridad funcional y estructural es esencial para una adecuada homeostasis pulmonar, cardiovascular y sistémica. Esto se debe a que el endotelio capilar pulmonar posee numerosas funciones fisiológicas e inmunológicas.

Cada alveolo está en contacto estrecho con la red de capilares pulmonares. Las paredes de cada alveolo están dispuestas de forma asimétrica. De un lado, el epitelio alveolar y el endotelio capilar están separados únicamente por sus membranas basales y celulares respectivas; en el otro lado, el espacio intersticial pulmonar separa al epitelio alveolar del endotelio capilar. El intercambio de gases se produce principalmente en el lado delgado de la membrana alveolocapilar, que tiene un espesor menor de 0,4 micras. El lado grueso (1 a 2 micras) proporciona apoyo estructural para el alveolo.

La resistencia al estrés de la barrera alveolocapilar la proporciona la membrana basal que contiene grandes cantidades de colágeno tipo IV.

El incremento en la superficie de la membrana basal que supone la ventilación mecánica, impone cambios en las adherencias entre células alveolares y endoteliales, que pueden producir la reorganización del citoesqueleto de la célula alveolar.

f) Pulmón y pleura

Los pulmones son dos estructuras elásticas, fijas al mediastino a través del pedículo vascular y cubiertas de una doble membrana serosa. La pleura parietal, que recubre internamente la pared torácica, diafragma, ápex torácico y mediastino, y la pleura visceral, densamente adherida al pulmón, a través del cual se invagina, creando unos repliegues, las cisuras, que delimitan los lóbulos pulmonares. Las dos hojas confluyen en el hilio, constituido por arteria y vena pulmonar, venas bronquiales, nódulos linfáticos y fibras nerviosas autonómicas. Delimitan un espacio virtual que es la cavidad pleural.

Cada pulmón está dividido en varios lóbulos: tres lóbulos en el pulmón derecho (superior, medio e inferior) separados entre sí por una fisura oblicua y una transversa, y dos lóbulos en el pulmón izquierdo (superior e inferior) separados por una fisura oblicua.

El pulmón es un órgano dinámico que cambia de tamaño en cada ciclo respiratorio. El alveolo, junto con el capilar pulmonar, integra la interfase cuya finalidad es el intercambio de gases para la oxigenación de los

tejidos. La red de colágeno y elastina son responsables del mantenimiento de la estructura, contribuyendo a la dureza y extensibilidad respectivamente, junto con el surfactante y el tejido conectivo.

En los alveolos se genera una fuerza contráctil elástica, que se denomina tensión superficial. El tamaño del alveolo depende del equilibrio entre las fuerzas de superficie y el tejido circundante. La interdependencia alveolar evita el colapso pulmonar a bajos volúmenes pulmonares. El surfactante disminuye la tensión superficial de la interfase aire-líquido para evitar el colapso, proporcionando una mayor complianza pulmonar.

Los capilares pulmonares ocupan el segmento intermedio de la circulación pulmonar, recibiendo influencia directa de la presión alveolar, mientras que los vasos extraalveolares contribuyen en mayor proporción a la resistencia vascular pulmonar (RVP)^{4, 5}.

1.1.2. Fisiología del aparato respiratorio

a) Conceptos básicos

El volumen de aire introducido en la caja torácica depende fundamentalmente de la diferencia de gradientes de presión transtorácico. Sin embargo, las características elásticas del sistema caja torácica-contenido son fundamentales, y se basan en una de las

propiedades mecánicas del aparato respiratorio, la distensibilidad o complianza (compliance en inglés), que podemos diferenciar en dos componentes según su sustrato anatómico:

- *Complianza torácica*: reside en las características elásticas de los distintos componentes de la caja torácica. La reducción de la complianza torácica se observa en casos de disminución del tamaño o rigidez de la misma (cifoescoliosis, espondilitis anquilosante, toracoplastias), pero lo más frecuente es observarla en situaciones de distensión abdominal (obesidad, ascitis, síndrome compartimental,...) por compresión diafragmática.

- *Complianza pulmonar*: reside en la membrana alveolo-capilar y en la estructura elástica del pulmón, rica en colágeno y elastina. Se ve comprometida en patologías pulmonares que cursan con reducción del número de alveolos funcionantes (fibrosis, neumonías, atelectasias, intubación selectiva,...) y en patologías en las que la ventilación se produce a un volumen pulmonar próximo a las zonas extremas de la curva P/V:

- En las zonas altas de la curva, cuando se usan volúmenes corrientes muy altos en relación a la capacidad pulmonar total (CPT), en sobredistensión pulmonar, hiperinsuflación dinámica o aplicación de PEEP (Positive End Expiratory Pressure) excesiva.

- En las zonas bajas de la curva, cuando disminuye la capacidad residual funcional (CRF), como por ejemplo, en decúbito, o aumenta la capacidad de cierre, como en la edad avanzada.

Es fundamental reconocer cuál de los dos componentes es el afecto, ya que el riesgo de barotrauma es mayor cuando disminuye la complianza pulmonar por aumento de la presión alveolar máxima respecto a la presión pleural (transpulmonar).

El diafragma es el principal músculo responsable de la respiración, aportando con su movimiento el 70% de la ventilación pulmonar. La parálisis diafrágmatica ocasiona el movimiento ascendente y no descendente de este músculo durante la inspiración, debido al descenso de la presión intratorácica. A esto se le denomina movimiento paradójico del diafragma.

A pesar de su importancia, el bloqueo bilateral del nervio frénico es todavía compatible con una buena función ventilatoria, gracias a los músculos intercostales externos, que al contraerse, arrastran a las costillas hacia arriba y adelante, aumentando los diámetros lateral y anteroposterior del tórax. Sin embargo, en situaciones donde la capacidad vital (CV) está disminuida hay que prestar especial atención al bloqueo del frénico⁶.

Así mismo, la parálisis de los músculos intercostales no tiene relevancia clínica ni supone una amenaza para la respiración, gracias a la gran eficacia del diafragma.

La tráquea extratorácica está sujeta a los cambios de presión atmosférica durante el ciclo respiratorio, mientras que la intratorácica se halla bajo la influencia de la presión pleural (negativa), lo cual la hace más fácilmente colapsable durante la espiración en caso de obstrucción.

La carencia de cartílago de los bronquiolos explica el concepto de “capacidad de cierre” de las vías respiratorias, según el cual la regulación de su volumen depende del grado de insuflación del parénquima circundante.

b) Mecánica del sistema respiratorio

La reoxigenación de la sangre desaturada y la eliminación de CO_2 se producen por el intercambio periódico del gas alveolar con el aire fresco procedente de las vías respiratorias superiores. Este intercambio se realiza por gradientes de presión cíclica establecidos dentro de las vías respiratorias. Estos se pueden generar como consecuencia de la contracción de los músculos respiratorios o como consecuencia de la acción del respirador: el gradiente de presión entre las vías aéreas superiores (P_{ao} , open airway pressure) y los alveolos (P_{alv}) es la fuerza

que genera los flujos de gas tanto en sentido inspiratorio ($P_{ao} > P_{alv}$) como espiratorio ($P_{alv} > P_{ao}$).

Estos gradientes de presión son consecuencia de la interacción entre las fuerzas que generan los desplazamientos de gases (acción de los músculos respiratorios o del respirador) por un lado y las resistencias que opone el sistema respiratorio a dichos desplazamientos. El conjunto de estas resistencias recibe el nombre de impedancia del sistema respiratorio y tiene tres componentes principales: la *resistencia elástica*, la *resistencia al flujo* y la *inertancia*⁷.

c) Resistencia elástica. Elastancia y complianza

Es el conjunto de fuerzas de retracción elástica del sistema respiratorio que se oponen al aumento de volumen por encima de su volumen de reposo tele-espiratorio. Está representada por:

- La *elastancia del sistema respiratorio* (E_{sr}), que se define como la cantidad de presión necesaria para cambiar el volumen del sistema respiratorio en una cantidad dada: cuanto mayor es la resistencia elástica del sistema respiratorio, mayor es el aumento de presión producido por un determinado aumento de volumen ($E_{sr} = \Delta P / \Delta V$).
- La *complianza del sistema respiratorio* (C_{sr}), inversa de la elastancia, que es definida por la relación entre el cambio de volumen y el

correspondiente cambio de presión ($C_{sr} = \Delta V / \Delta P$). La complianza refleja las relaciones P-V cuando no hay flujo de gas y su medida se refiere por tanto a condiciones estáticas. Se expresa en mL/cmH₂O.

La elastancia, en relación con la ventilación mecánica, representa una carga elástica que debe ser superada por el respirador (o los músculos respiratorios en su caso) para realizar la insuflación del volumen corriente. Cuanto mayor sea la resistencia elástica, mayor será la presión que debe ejercer el respirador para insuflar un determinado volumen.

Cuando los músculos del sistema respiratorio se hallan relajados y las vías respiratorias abiertas, el volumen de gas intrapulmonar viene dado por el equilibrio entre la fuerza de retracción elástica ejercida por el tejido pulmonar con tendencia al colapso y la ejercida por la pared torácica con tendencia a la expansión⁸. En tales condiciones, la presión alveolar es igual a cero (igual a la presión barométrica) e igual a la de la superficie de la pared torácica, mientras la presión pleural es igual a -5 cmH₂O aproximadamente, como resultado del equilibrio de fuerzas opuestas entre los pulmones y la pared torácica.

Aunque el concepto de complianza siempre hace referencia a su medida en condiciones estáticas (complianza efectiva estática o CeE), esto es, en ausencia de flujos de gas circulante, se ha venido utilizando el término de *complianza efectiva dinámica* (CeD) para referirse a distintas posibilidades

de medición de la relación $\Delta P/\Delta V$ sin interrupción de la ventilación mecánica.

d) Resistencia no elástica

La resistencia friccional que oponen las vías aéreas al desplazamiento del gas a través suyo (R_{sr}) es el componente más importante de las resistencias no elásticas del sistema respiratorio. Su naturaleza se corresponde con la descrita en la ley de Hagen-Poiseuille, según la cual la resistencia al flujo de gas a través de un tubo, está determinada por la velocidad del flujo de gas y el gradiente de presión entre sus extremos: $R=\Delta P/V'$. Según dicha ecuación, obtenida para flujos laminares y utilizando tubos rectos y sin ramificaciones, la relación entre el gradiente de presión entre los extremos del tubo y la velocidad del flujo es constante ($\Delta P/V'=K$), directamente proporcional a la longitud del tubo y a la viscosidad del gas, e inversamente proporcional a la cuarta potencia del radio del tubo.

Sin embargo, en el caso del sistema respiratorio sometido a ventilación mecánica invasiva, la dinámica de fluidos que rige el comportamiento de las resistencias friccionales al flujo, es enormemente compleja. A modo de aproximación empírica al fenómeno global, se ha venido aceptando que el flujo de gas en las vías aéreas presentaría caracteres mixtos. Por un lado, la resistencia ofrecida por las vías aéreas distales tendría un comportamiento lineal, puesto que el flujo es laminar en esta región (el

radio de las pequeñas vías aéreas es muy pequeño y la velocidad del flujo es muy lenta)⁹. En las vías aéreas proximales, especialmente tráquea y grandes bronquios, por el contrario, el flujo es turbulento.

1.2. Atelectasias perioperatorias

1.2.1. Concepto

Una de las principales causas de morbilidad postoperatoria son las complicaciones pulmonares. El origen de estas complicaciones en numerosas ocasiones se encuentra en las atelectasias perioperatorias^{10, 11}, que pueden llegar a afectar a un alto porcentaje de los pacientes quirúrgicos¹²⁻¹⁴, ocasionando alteraciones de la mecánica respiratoria, de la circulación pulmonar e hipoxemia. Para prevenir o tratar estas atelectasias, se han propuesto diversas estrategias terapéuticas, fundamentalmente las maniobras de reclutamiento alveolar (MRA). Sin embargo, estas maniobras en pacientes sin lesión pulmonar aguda previa no están exentas de complicaciones, por lo que es necesario un empleo racional y adecuado de las mismas.

Aproximadamente entre un 3-4% de las cirugías electivas se asocian a complicaciones pulmonares postoperatorias, aumentando el porcentaje al 20% en la cirugía urgente¹⁵. De hecho, las atelectasias son una de las

complicaciones respiratorias más frecuentes durante el período perioperatorio y puede llegar a afectar a cerca del 90% de los pacientes. Si bien, en la mayoría de las ocasiones son poco relevantes, ya que suelen desaparecer tras las primeras 24h de postoperatorio^{16, 17}. Sin embargo en determinadas circunstancias, estas atelectasias pueden permanecer durante días después de la cirugía^{13, 18-20}.

La impresión clínica es que pueden contribuir al desarrollo de otras complicaciones respiratorias¹¹ y aumentar la morbilidad de los pacientes quirúrgicos, especialmente los obesos o los postoperados de cirugía cardiotorácica y abdominal²¹. Por otro lado, se ha visto que las atelectasias y el edema pulmonar están detrás de aproximadamente el 15% de los reingresos de pacientes a unidades de críticos²².

Ya en el año 1963 Bendixen et al²³ defendieron que la ventilación espontánea sin respiraciones profundas periódicas conducía progresivamente a atelectasias, con incremento del shunt y descenso de la complianza pulmonar, y que estos cambios eran reversibles mediante la hiperinsuflación de los pulmones. Mostraron que la anestesia general sin oxígeno suplementario disminuía la PaO_2 un 22% y la complianza un 15%, y que tres hiperinsuflaciones sucesivas re-establecían tanto la PaO_2 como la complianza a sus valores basales, sugiriendo así que respiraciones profundas periódicas prevenían tanto las atelectasias como el shunt.

En la década de 1980 se pudieron mostrar las atelectasias mediante tomografía computerizada en pacientes anestesiados^{24, 25}. Se observó que tras cinco minutos de la inducción anestésica aparecía un aumento de densidad en zonas declives de ambos pulmones. Por microscopía se pudo demostrar que esas zonas de mayor densidad eran regiones pulmonares atelectasiadas. Estas áreas suponían entorno al 5% de la superficie pulmonar, pero debido al mayor volumen del pulmón cuando está aireado, podrían corresponder al 15-20% del volumen pulmonar.

Las atelectasias se desarrollan tanto con anestesia intravenosa como inhalatoria, y no sólo si el paciente está relajado y con ventilación mecánica, sino también si está respirando espontáneamente¹⁷.

1.2.2. Causas de la formación de atelectasias durante la anestesia general.

Hay tres mecanismos fundamentales para la formación de atelectasias durante la cirugía. Las *atelectasias por compresión* se producen cuando la presión transmural que distiende el alveolo se reduce²⁶⁻²⁸. Las *atelectasias por absorción*, que se producen cuando entra menos gas al alveolo del que sale a la sangre^{29, 30}. Y las *atelectasias por pérdida de surfactante*, que suceden cuando la tensión de la superficie del alveolo aumenta porque se reduce la acción del surfactante.

1.2.3. Factores que influyen en la formación de atelectasias durante la cirugía.

a) Fracción inspirada de oxígeno

Las altas concentraciones de oxígeno a menudo se han asociado con la formación de atelectasias. Una FiO_2 de 1.0 para preoxigenar al paciente durante la inducción anestésica o en la extubación favorece la aparición de shunt así como el desarrollo de atelectasias^{31, 32}. La preoxigenación con FiO_2 0.8 se asocia con la aparición de sólo 0,8% de atelectasias inmediatamente después de la intubación, comparado con el 6,8% cuando se preoxigena con FiO_2 100%. En cualquier caso, desde que se hace uso de presión positiva al final de la expiración (PEEP) durante la anestesia general, es infrecuente la aparición de atelectasias a pesar de utilizar FiO_2 100%³³.

b) Obesidad

Durante la anestesia general se ha observado que los obesos mórbidos tienen mayor incidencia de atelectasias que los pacientes no obesos. Así mismo, dichas atelectasias persisten al menos 24 horas en los obesos mórbidos, mientras que en los no obesos desaparecen¹⁶. La capacidad residual funcional (CRF) es menor en los mórbidos, el gradiente de oxigenación alveolo-arterial está incrementado y la presión intraabdominal es más alta³⁴⁻³⁶. Los cambios en la mecánica respiratoria

así como la hipoxia que aparece en los obesos mórbidos se explica claramente por la reducción del volumen pulmonar debido al incremento de la presión intraabdominal³⁴. Se observó que cuando se aplicaba PEEP, la función respiratoria mejoraba en los obesos mórbidos, aunque no así en los no obesos³⁷. Además la posición de anti-Trendelenburg mejora tanto la oxigenación como la mecánica respiratoria en los pacientes obesos³⁸. En definitiva, evitar la aparición de atelectasias en los obesos mórbidos es especialmente complicado pero es particularmente importante intentarlo.

c) Parámetros ventilatorios

En pacientes con pulmón sano, el uso de volúmenes corrientes bajos, especialmente si no se utiliza PEEP, podría favorecer el aumento de atelectasias³⁹. Sin embargo en pacientes con lesión pulmonar, como el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), si es recomendable aplicar dicha estrategia.

d) Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)

Los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica sólo desarrollan un pequeño shunt y a penas atelectasias durante la anestesia. Sin embargo, sí presentan un mayor desajuste de la relación V_a/Q . La hiperinsuflación de los pulmones en estos pacientes hace que resistan al colapso alveolar⁴⁰.

e) Edad

Las atelectasias pueden aparecer en todos los pacientes, independientemente de la edad, desde el recién nacido hasta el anciano. Por otro lado, se ha visto que los pacientes ancianos no tienen mayor predisposición a tener atelectasias que los pacientes jóvenes⁴¹. En cuanto a los niños, la aparición de atelectasias es frecuente debido a que presentan una CRF menor, menor complianza pulmonar y un volumen de cierre mayor. Si bien, la aplicación de PEEP (5 cm₂HO) de manera mantenida durante la anestesia, hace que se puedan reclutar todas las unidades alveolares disponibles y que desaparezcan las atelectasias en las regiones pulmonares declives⁴².

f) Tipo de cirugía

La cirugía vía laparoscópica es una de las técnicas que sin duda aumenta el desarrollo de atelectasias^{43, 44}. Otras cirugías que también las favorecen son la cirugía torácica^{45, 46} y la cirugía cardíaca con by-pass cardiopulmonar^{20, 47}. También contribuyen la apertura pleural, los drenajes mediastínicos, la distensión gástrica y la lesión transitoria o permanente del nervio frénico. En cualquier caso, las atelectasias parecen alcanzar un nivel máximo en los primeros minutos de la anestesia, independientemente del tipo de cirugía⁴⁸.

1.2.4. Importancia de las atelectasias en la evolución del paciente

Partiendo de la base que la mayoría de las atelectasias que aparecen durante la anestesia general se resuelven en las primeras 24 horas posteriores a la cirugía¹⁶, parecería razonable pensar que es innecesario prevenir o estudiar dichas atelectasias, puesto que no tienen efectos a largo plazo. Sin embargo, los pacientes si desarrollan complicaciones respiratorias postoperatorias^{11,49}; algunas suceden durante o inmediatamente después de la anestesia, sobre todo hipoxemia, y algunas aparecen más tarde, principalmente neumonía.

a) Hipoxemia durante la inducción anestésica

Durante la apnea, la oxigenación depende de los depósitos de oxígeno, que son pequeños y suelen estar en tres compartimentos: los pulmones, el plasma y los glóbulos rojos. El almacenamiento normal de oxígeno suele ser de unos 1500 ml, pudiendo ser incrementado hasta 3700 ml con la preoxigenación con oxígeno al 100%. La mitad de este incremento se debe al incremento en la concentración de oxígeno en la CRF.

Un mayor almacenamiento de oxígeno permite un mayor margen de seguridad, disponiendo de más tiempo para el manejo de la vía aérea. Cuando se emplea oxígeno 100% durante la inducción anestésica, el tiempo hasta que la saturación de oxígeno cae al 90% se alarga, a pesar de que esto se asocia a mayor número de atelectasias⁵⁰. Sin embargo, dichas atelectasias se pueden prevenir aplicando PEEP durante la

inducción anestésica a pesar de utilizar oxígeno al 100%⁵¹ y esto prolongará el tiempo de desaturación incluso hasta 2 minutos.

b) Hipoxemia perioperatoria

La hipoxemia leve a moderada, definida como una saturación arterial de oxígeno de 85-90%, ocurre aproximadamente en la mitad de todos los pacientes sometidos a cirugía electiva y puede durar desde unos pocos segundos hasta 30 minutos⁵². Un tercio de los episodios de hipoxemia acontecen durante la inducción anestésica, un tercio intraoperatoriamente y un tercio durante el despertar o en la unidad de reanimación post-anestésica⁴⁹. Hoy en día, la monitorización periférica de la saturación de oxígeno probablemente reduzca los episodios de hipoxemia, si lo comparamos con lo que ocurría en la década de los 80.

c) Hipoxemia durante el despertar y en la unidad de reanimación post-anestésica (URPA).

El traslado desde el quirófano hasta la sala de reanimación es otro periodo particularmente comprometido para que se produzcan episodios de hipoxia. Durante este traslado es habitual que los pacientes no estén monitorizados ni lleven aporte de oxígeno suplementario. A su llegada a la URPA, un 20% de estos pacientes pueden tener una saturación <92% y en un 10% la saturación puede ser <90%⁵³. Además la edad (tanto niños como ancianos) y la obesidad incrementan dicho riesgo. Tres horas

después de la cirugía, todavía un 7% de los pacientes pueden presentar al menos un episodio de desaturación <90%.

No hay una evidencia clara de que las atelectasias sean la causa de todos los eventos hipoxémicos que acontecen en el postoperatorio. La depresión respiratoria secundaria a los efectos residuales de la anestesia general puede contribuir. Así mismo, en un postoperatorio típico, la hipovolemia, la disminución del gasto cardíaco, la anemia, las alteraciones Va/Q, la hipoventilación y volumen alveolar reducido, pueden todos ellos contribuir a la hipoxemia⁵⁴.

Parece probable que la prevención de atelectasias durante todo el periodo perioperatorio aumente las reservas de oxígeno y con ello se podría reducir la hipoxemia postoperatoria. Esto será de particular importancia en pacientes ancianos, obesos y enfermos crónicos.

1.2.5. Consecuencias de las atelectasias

En diversos estudios sobre complicaciones pulmonares postoperatorias, las atelectasias y la neumonía son consideradas de manera conjunta, puesto que los cambios asociados a las atelectasias suelen predisponer al desarrollo de neumonía. Aunque no hay una evidencia directa que correlacione las atelectasias y la neumonía, reducir o evitar las atelectasias puede disminuir las complicaciones pulmonares

postoperatorias, particularmente en determinado tipo de pacientes (como son los obesos⁵⁵ y en determinadas cirugías (como la esofagectomía⁵⁶,⁵⁷ o la cirugía mayor de cabeza y cuello⁵⁸).

Por otro lado, cuanto mayor es la zona de pulmón atelectasiado, menor es la porción de tejido pulmonar que debe adaptar el volumen corriente administrado, lo que favorece la hiperinsuflación de áreas pulmonares sanas³⁹, con activación de la respuesta inflamatoria y reducción de la funcionalidad del agente tensoactivo^{59, 60}. El mecanismo de lesión pulmonar producido por las atelectasias se denomina atelectrauma⁶¹.

1.2.6. Prevención de la formación de atelectasias

El desarrollo de atelectasias perioperatorias comienza durante la inducción anestésica, por lo que nuestro objetivo debe ser tomar las medidas necesarias para su prevención y tratamiento, en el caso de que se hayan producido.

El mantenimiento de la ventilación espontánea elimina los efectos negativos de la pérdida de tono diafragmático⁴⁸ y reduce el gradiente alveolo-arterial de oxígeno⁶², sin embargo esta estrategia no es posible en muchos procedimientos quirúrgicos.

La preoxigenación con FiO_2 de 1 y la desnitrogenación, prácticas habituales en la inducción anestésica, también favorecen el desarrollo de atelectasias⁶³⁻⁶⁵. Además el oxígeno puro puede abolir la vasoconstricción pulmonar hipóxica con el resultado de un flujo sanguíneo mantenido o incluso aumentado a las áreas atelectasiadas. Sin embargo, aunque el uso de FiO_2 inferior a 1 durante la inducción puede disminuir la formación de atelectasias, también reduce el margen de seguridad para el desarrollo de hipoxemia, por lo que pacientes con sospecha de vía aérea difícil o con CRF reducida, como embarazadas a término, obesos o pacientes con distensión abdominal, deberían ser excluidos de esta práctica. Para el resto de pacientes, algunos autores recomiendan FiO_2 de 0,6-0,8^{66, 67} durante la preoxigenación⁶³.

La utilización de C-PAP (*Continuous Positive Airway Pressure*) en la vía aérea de 5-6 cmH_2O durante la inducción anestésica también reduce la aparición de atelectasias intraoperatorias y mejora la oxigenación al aumentar el volumen pulmonar y la reserva de oxígeno sin incrementar el espacio muerto^{51, 68}. El riesgo de insuflación de la vía digestiva y la regurgitación se pueden producir con presiones superiores a 20 mmHg⁶⁸; la sobredistensión pulmonar parece producirse con PEEP superior a 10-15 cmH_2O y no con niveles menores^{68, 69}.

Por último, el uso de parámetros ventilatorios óptimos, como asociar volumen corriente bajo y PEEP moderada/alta resulta favorable en cuanto

a la prevención del colapso alveolar. Un volumen corriente de 6ml/kg no ocasiona aumento de las atelectasias perioperatorias ni deterioro gasométrico respecto a estrategias ventilatorias más convencionales¹⁴. Sin embargo volúmenes iguales o superiores a 10ml/kg si se asocian a hiperinsuflación⁷⁰. Además, la utilización de PEEP incrementa la CRF, redistribuye el agua pulmonar extravascular, mejora la relación V/Q y contribuye a evitar la formación de atelectasias. Pero la PEEP por sí sola, no parece promover la liberación de agente tensoactivo y no suele producir una reexpansión pulmonar completa^{71, 73} por lo que su efecto aislado sería útil para mantener abierta la vía aérea pequeña, pero la apertura alveolar requiere una presión superior que se puede alcanzar con las maniobras de reclutamiento⁷⁴.

1.3. Reclutamiento alveolar

1.3.1. Definición

El reclutamiento alveolar se puede definir como la reexpansión de áreas pulmonares previamente colapsadas mediante un incremento breve y controlado de la presión transpulmonar⁶⁰. Está dirigido a crear y mantener una condición libre de colapso hasta lo razonablemente posible (“pulmón abierto”)⁷⁵, con el fin último de poder instaurar una estrategia de protección pulmonar general. La disminución del colapso tiene como

efecto inmediato la mejora en la oxigenación, lo que se ha utilizado como criterio de respuesta al reclutamiento. Sin embargo, estos criterios han sido bastante heterogéneos en los diferentes estudios clínicos basados en cambios relativos como una mejora de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ del 20%⁷⁶, del 50%⁷⁷ o sobre un valor predeterminado⁷⁸, lo que unido a la utilización de niveles diferentes de FiO_2 , incluso antes y después de aplicar la maniobra de reclutamiento alveolar (MRA) en un mismo estudio^{78, 79}, ha hecho difícil la evaluación y comparación de la efectividad de dichas maniobras.

Disponer de un criterio clínico objetivo para evaluar la efectividad de una MRA en términos de reducción del colapso pulmonar, y no simplemente de su efecto en la oxigenación, permite analizar y aplicar las MRA desde la perspectiva de su objetivo primario: la protección pulmonar.

1.3.2. Maniobras de reclutamiento alveolar

Aunque son diversas las estrategias de reclutamiento alveolar empleadas hoy en día para reexpandir el pulmón colapsado, entre las más utilizadas en pacientes con pulmón sano sometidos a anestesia general podríamos destacar:

a) Utilización de PEEP:

Definimos PEEP como una presión positiva en la vía aérea al final de la espiración. Su uso en la prevención de atelectasias durante la inducción

anestésica fue estudiada por Rusca⁶⁸ en pacientes sometidos a cirugía programada utilizando presión positiva continua en la vía aérea; C-PAP, de 6 cmH₂O con ventilación espontánea y luego una PEEP de 6 cmH₂O con ventilación mecánica.

Uno de los principales problemas de la aplicación de PEEP elevadas (>8 cmH₂O), si no se realiza una MRA previamente, es que puede sobredistender alveolos abiertos, comprimir los vasos que los irrigan y de esta manera aumentar el shunt y empeorar la oxigenación. Por ello, el uso de PEEP de forma aislada, hoy en día, se considera especialmente útil en la prevención del colapso alveolar de los alveolos abiertos después de una MRA, ya que se ha demostrado que los alveolos atelectasiados una vez abiertos son inestables y sin una adecuada PEEP se vuelven a cerrar⁸⁰.

La *PEEP óptima* sería aquella que lograrse mantener los alveolos abiertos sin sobredistender las aéreas ventiladas. Se ha observado que el punto de inflexión inferior de la curva P-V sólo nos indica el inicio del reclutamiento y que la PEEP debe ajustarse a cada paciente y a cada condición pulmonar. Una forma alternativa de determinar la PEEP óptima es mediante una pauta descendente tras un reclutamiento y la evaluación de diversos parámetros respiratorios (CRF, complianza, PaO₂, PCO₂ y espacio muerto alveolar). Con estas premisas se ha indicado que la PEEP adecuada tras la MRA, en una población de pacientes no obesos, a los que se les realiza cirugía bajo anestesia general es de 10 cmH₂O⁸¹, y que

en obesos una PEEP de 10 cmH₂O es más efectiva que una de 5 cmH₂O para mantener la oxigenación⁸². La necesidad de repetición de una maniobra puede ser un signo de que la PEEP aplicada tras ésta no es suficiente.

Utilizar C-PAP de manera precoz en el post-operatorio también podría ser beneficioso, considerando que las atelectasias son una de las principales causas de hipoxemia post-operatoria en los pacientes con pulmón sano. Squadrone⁸³ diseñó un estudio que incluía pacientes sin patología pulmonar, que a partir de la primera hora del post-operatorio de cirugía mayor abdominal presentaban una PaO₂/FiO₂ menor o igual a 300; los randomizó en dos grupos: C-PAP durante 6 horas vs oxígeno suplementario. El estudio tuvo que suspenderse en la primera revisión ya que el número de pacientes que requirió intubación orotraqueal en los primeros 7 días postoperatorios fue del 10% en el grupo control, frente al 1% en el grupo C-PAP con una p< 0,005. La mortalidad fue menor en el grupo C-PAP, al igual que la incidencia de neumonía y sepsis. Se concluye así que el tratamiento precoz con C-PAP podría disminuir las complicaciones pulmonares postoperatorias.

b) Maniobras de capacidad vital (MCV)

Las MCV facilitan la apertura prácticamente completa del pulmón no patológico, corrigiendo así las atelectasias que se producen durante la inducción. Estas maniobras consisten en insuflar el volumen necesario

hasta alcanzar una presión en la vía aérea suficiente para reabrir los alveolos colapsados.

Rothen et al⁸⁴ demostraron que con un volumen corriente (V_c) habitual o con presiones pico de 20 cmH₂O , no se consigue la apertura de los alveolos colapsados. Sin embargo, con presiones de 30 cmH₂O comienzan a reducirse las atelectasias y sólo con presiones de 40 cmH₂O mantenidas durante 15 segundos se consigue re-expandir completamente el pulmón atelectasiado. Esta presión es equivalente a la insuflación hasta la capacidad vital y por ello esta maniobra se denomina *maniobra de capacidad vital*. De hecho, posteriormente se ha visto que realizando esta maniobra durante 7-8 segundos es suficiente para re-expandir completamente el parénquima pulmonar previamente atelectasiado⁸⁵.

A pesar de que en dicho estudio no se utilizó PEEP de mantenimiento, la recomendación actual es mantener una PEEP mínima de 5-6 cmH₂O después de cualquier MRA.

Aunque la mayoría de los estudios indican que las consecuencias hemodinámicas de esta maniobra son escasas, la presión continua sostenida parece presentar mayor inestabilidad hemodinámica que otras alternativas de reclutamiento^{47, 86}.

La maniobra realizada durante la ventilación controlada por presión parece más eficaz que si se realiza de forma manual⁸⁷ y más duradera si se realiza con una FiO_2 reducida⁸⁸.

c) Maniobras de capacidad vital + PEEP

Asociar una PEEP mantenida a una maniobra de capacidad vital parece ser un método seguro y eficaz para disminuir la incidencia de atelectasias.

Una alternativa consistiría, durante la ventilación mecánica controlada por presión, en ir aumentando cada 2-3 ciclos respiratorios la presión inspiratoria y la PEEP, manteniendo una presión diferencial constante de 20-25 cmH_2O hasta alcanzar una presión máxima de 40 cmH_2O y una PEEP de 20 cmH_2O , que se mantiene en torno a 1 minuto, seguido de una reducción también progresiva de las presiones hasta alcanzar finalmente la PEEP óptima^{45, 73-74, 82}. Esta maniobra parece asociarse a menor deterioro hemodinámico que la realizada a capacidad vital.

Tusman et al⁷³ pusieron en práctica esta combinación; la estrategia de su estudio consistía en incrementar PEEP hasta 15 cmH_2O y volumen tidal (V_T) hasta 18ml/kg o hasta un volumen que provocara una presión pico de 40 cmH_2O , manteniéndolo durante 10 respiraciones. Posteriormente se disminuía PEEP hasta 5 cmH_2O y el V_T hasta 9ml/kg. Este procedimiento conseguía incrementar la PaO_2 , persistiendo la mejoría

durante 120 minutos. Quizás la limitación de este estudio es que los pacientes no tenían monitorización invasiva de la tensión arterial, aunque evidentemente, si hubo alguna alteración transitoria que no fue registrada, no tuvo impacto como para perpetuarse cuando cesaron las maniobras.

1.3.3. Conclusiones

Según la revisión más reciente realizada por Hartland et al en 2015⁸⁹, las maniobras de reclutamiento alveolar asociadas al mantenimiento de PEEP, deberían instaurarse tanto en la inducción anestésica como durante el mantenimiento, así como ante la presencia de una caída en la saturación de O₂, siempre que sea factible. Estas estrategias nos permitirán reducir la FiO₂ manteniendo una mayor saturación de O₂; así mismo reducirán las complicaciones pulmonares postoperatorias y mejoraran los resultados de los pacientes.

Aunque la evidencia de esta revisión se limita a la aplicación de maniobras de reclutamiento alveolar en adultos sometidos a cirugía abdominal, hay abundante bibliografía que apoya el uso de MRA en otras cirugías.

Para valorar la eficacia de las MRA, además de obtener varias muestras de gas arterial, existen otros métodos prácticos y menos invasivos. En

varios estudios se ha encontrado un incremento estadísticamente significativo de la complianza pulmonar en los grupos donde se emplearon MRA⁹⁰⁻⁹³. La complianza efectiva dinámica (CeD) se calcula dividiendo el volumen tidal (V_T) por la diferencia entre la presión pico inspiratoria (Pva-pc) y la PEEP: $CeD = V_T / (PIP - PEEP)$. La complianza pulmonar efectiva estática (CeE) se calcula dividiendo el V_T por la diferencia entre la presión plateau (P_{PLAT}) y la PEEP: $CeE = V_T / (P_{PLAT} - PEEP)$. Un incremento en la complianza pulmonar inmediatamente después de aplicar una MRA presumiblemente reflejará una reducción de las atelectasias y dará como resultado un incremento de la PaO_2 , debido a la mejora de la relación entre ventilación y perfusión.

Pero si queremos evitar realizar dichos cálculos, existe un método más clínico para determinar si se ha producido un incremento en la complianza. Durante la ventilación mecánica controlada por volumen se podrá observar que tras una MRA, la Pva-pc será menor para un mismo V_T preseleccionado. Durante la ventilación mecánica controlada por presión, tras realizar una MRA, el V_T que se consigue será mayor para una misma presión inspiratoria.

1.4. DISPOSITIVOS SUPRAGLÓTICOS

1.4.1. Definición

Como su propio nombre indica, estos dispositivos se denominan así haciendo referencia a la posición que ocupan, justo por encima de las cuerdas vocales, representando una alternativa (segura y fiable en múltiples situaciones) a la intubación endotraqueal (IET). Permiten, por tanto, ventilar al paciente transportando gases anestésicos y oxígeno. Los dispositivos supraglóticos (DSG) nacen con la intención de solventar los inconvenientes de la IET⁹⁴.

Un DSG ideal debería cumplir una serie de requisitos como son:

- Facilidad de inserción, incluso para inexpertos, con una curva de aprendizaje corta.
- Baja morbilidad de la vía aérea.
- Unión eficaz de la vía aérea para poder ventilar.
- Sellado eficaz de la vía aérea superior, permitiendo la ventilación con presión positiva.
- Mínimo riesgo de aspiración.

Dentro de la extensa variedad de dispositivos supraglóticos, el más ampliamente conocido y utilizado es la Mascarilla Laríngea (LMA – *laryngeal mask airway*- o ML). Este fue el primer DSG utilizado durante el procedimiento anestésico, introducido en Gran Bretaña en 1988. Su uso se extendió rápidamente por todo el mundo, aumentando en los últimos

años el empleo de los distintos tipos de mascarillas laríngeas de manera espectacular.

Desde la primera LMA hasta nuestros días se han creado gran variedad de DSG que compiten con ésta⁹⁵. La mayor parte de estos han sido modificados varias veces desde su introducción, por lo que deben evaluarse cuidadosamente hasta su total aceptación.

1.4.2. Clasificación

Existen numerosas clasificaciones de los DSG, pero una de las más sencillas y didácticas es la que hizo Timmermann en 2011⁹⁶:

- *1ª Generación*: tubos de vía aérea. Mascarilla Laringea (ML) clásica y todas las ML estándar (flexometálicas, preformadas, desechables), Cobra y Cobra plus.
- *2ª Generación*: incorporan características de diseño específico para mejorar la seguridad y proteger contra la regurgitación y aspiración, presentando un canal gástrico y un mejor sellado. Estas serían la LMA Proseal, LMA Supreme, i-gel, LMA Aura Gain, SLIPA (Streamlined Liner of the Pharynx Airway).
- *Para intubación*: permiten la intubación a su través. LMA Fastrach y Air-Q.
- *Bloqueadores esofágicos*: se diseñaron inicialmente para manejo de

la vía aérea urgente y extrahospitalaria, para personal que no realizaba intubaciones de manera rutinaria. Combitube, Easy Tube, Tubo Laríngeo.

- *3ª Generación:* son DSG que no presentan manguito para hinchar la cazoleta y mantienen la presión por sí mismas, ya que son “autopresurizables”. LMA Air-Q SP (selfpressure) y LMA Baska Mask.

1.4.3. Mascarilla Laríngea Clásica

a) Descripción

La LMA Clásica (LMA-C) (The Laryngeal Mask Company, Le Rocher, Victoria, Mahé, Seychelles), fue diseñada por el Dr. Archie Brain (anestesiólogo británico) en 1981, como resultado de la búsqueda de un acceso alternativo a la vía aérea, que fuera más práctico, seguro y fiable que la mascarilla facial y menos agresivo que el tubo endotraqueal (TET). El primer modelo se presentó en silicona y 10 años después se hizo en PVC (cloruro de polivinilo) desechable. Fue aceptada por la FDA en 1991 como sustitutivo de la mascarilla facial en anestesia electiva.

En 2003 fue introducida como dispositivo en el algoritmo de vía aérea difícil de la ASA (American Society of Anesthesiologists)⁹⁷ en situaciones de dificultad de intubación y ventilación, siendo un dispositivo que se usa de forma rutinaria y con seguridad por la mayoría de los anestesiólogos.

Desde entonces los protocolos de manejo de la vía aérea difícil de las primeras sociedades internacionales de anestesiología y de manejo de la vía aérea, la incorporaron en los mismos. También ha sido aceptada como una alternativa de manejo de la vía aérea en el ámbito de los servicios de urgencias hospitalarios y extrahospitalarios⁹⁸, en pacientes con vía aérea difícil o en situaciones de imposibilidad para intubar⁹⁹.

La LMA, es actualmente el DSG más utilizado para el abordaje y mantenimiento de la vía aérea durante la anestesia general en el mundo, con más de 200 millones de usos y cerca de 3.000 publicaciones que avalan su utilización.

La LMA-C está compuesta por un tubo curvo con conector estándar de 15 mm en su extremo proximal y una máscara o copa en forma de cazoleta elíptica con un reborde exterior hinchable en su extremo distal. El tubo se continúa con la cara posterior de la mascarilla formando un ángulo de 30°. Del contorno inflable de la mascarilla surge la línea de inflado, que termina en un balón piloto con una válvula unidireccional. La presión de inflado no debe superar los 60 cmH₂O y depende del tamaño de la mascarilla que se selecciona en función del peso y/o tamaño del paciente.

Los componentes de los distintos tipos de LMA están libres de látex y existen modelos reutilizables hasta 40 veces y otros modelos de un solo uso (desechables). Los dispositivos reutilizables suelen estar fabricados en silicona, mientras que los desechables son de PVC.

Existen tamaños (1-6) para uso en pacientes pediátricos y adultos en función de su peso, aunque en ocasiones debemos basarnos en el peso magro o en el tamaño del paciente para la elección del número de la LMA.

Si la LMA se encuentra perfectamente colocada, su extremo distal ocupa la hipofaringe y descansa contra el esfínter esofágico superior, por detrás del cartílago cricoides, a nivel aproximado de C6. Sus caras laterales se orientan hacia las fosas piriformes y su porción superior se aloja detrás de la base de la lengua. La epiglotis descansa dentro de la parte cóncava de la mascarilla¹⁰⁰.

Su inserción se realiza con el manguito del dispositivo previamente desinflado y lubricado, con la mano no dominante se coloca la cabeza en extensión y con la mano dominante se sujeta el tubo de la mascarilla laríngea a modo de lápiz con el dedo índice totalmente extendido. Se introduce en la boca presionando la punta contra el paladar duro en un solo movimiento continuado en dirección cefálica, deslizándola hacia atrás, apoyando contra el paladar primero y la pared posterior de la orofaringe después, hasta notar resistencia¹⁰⁰.

Tras insuflar el manguito con aire se comprueba que la ventilación es correcta y se fija con esparadrapo o venda. El adiestramiento en esta técnica se considera sencillo¹⁰¹.

b) Efectos fisiopatológicos relacionados con el uso de LMA

El uso de la LMA tiene asociados una serie de efectos fisiopatológicos que

pueden llegar a influir a nivel sistémico. Aunque generalmente son de poca relevancia clínica, es importante conocerlos, puesto que en pacientes con patología asociada pueden tener mayor repercusión.

- *Efectos cardiovasculares:*

Cuando el manguito inflado del dispositivo ejerce una presión excesiva sobre la mucosa faríngea circundante puede causar una disminución en el flujo sanguíneo a nivel de la microcirculación. Esta disminución depende de la diferencia entre la presión de perfusión faríngea y la ejercida por la LMA. Por otro lado, sabemos que la mucosa faríngea es más resistente al aumento de presión que la mucosa traqueal, hecho a tener en cuenta en la morbilidad de la vía aérea.

La LMA no ejerce la misma presión en todas las zonas de la mucosa faríngea, hecho comprobado mediante microsensors colocados en distintos puntos de la zona dorsal del manguito¹⁰². Esta presión es distinta en cada zona, depende del tipo de LMA y aumenta con el volumen de inflado del manguito, pero rara vez supera los 20 cmH₂O. Por lo tanto, si respetamos los límites de inflado del manguito recomendados, y puesto que la mucosa faríngea tolera presiones mayores que la citada, es infrecuente que se produzcan lesiones locales por presión.

La respuesta hemodinámica sistémica es menor cuando se usa

la LMA respecto al uso del TET¹⁰³; esto se debe a un mayor número de terminaciones nerviosas presentes en la laringe respecto de la faringe y una mayor intolerancia al cuerpo extraño que representa el TET. Tanto en la fase de colocación de la LMA como en la fase de extracción, los cambios que se observan en la presión arterial media (PAM) y en la frecuencia cardíaca (FC) son mayores con el TET que con la LMA. La profundidad anestésica del paciente para tolerar una LMA es menor que la necesaria para tolerar un TET.

- *Efectos respiratorios:*

La presencia de la LMA en la vía aérea del paciente puede dar lugar a una serie de alteraciones fisiopatológicas a ese nivel.

1. Oclusión de la vía aérea (se puede producir a cuatro niveles):
por oclusión de la luz del tubo; por oclusión entre su apertura distal y la glotis; por obstrucción a nivel glótico; por obstrucción a nivel bronquial.
2. Fuga orofaríngea: se produce cuando la presión en la vía aérea (Pva) excede la presión de sellado orofaríngeo (PSOF) y por tanto aparece fuga de aire en la boca.
3. Broncoaspiración: la aparición de vómito y/o regurgitación de contenido gástrico con broncoaspiración puede ocurrir en el momento de la inserción del dispositivo. Durante la anestesia,

la aparición de esta complicación es prácticamente inexistente, si se mantiene la profundidad anestésica adecuada y se respeta el ayuno obligatorio.

4. Barotrauma: la baja PSOF de la LMA (generalmente menor de 20 cmH₂O en modelos de 1ª generación y menor de 35 cmH₂O en los de 2ª generación), hace prácticamente inexistente la aparición de estas lesiones.
5. Edema de pulmón por presión negativa: secundario a malposición del dispositivo, laringoespasma u oclusión de la LMA, es muy infrecuente.
6. Trabajo respiratorio: el trabajo respiratorio total en un paciente anestesiado en ventilación espontánea es la suma del trabajo fisiológico más el impuesto por el sistema externo. En el caso de la LMA, además hay que añadir el trabajo realizado para vencer la resistencia de la glotis. Por lo tanto, la LMA requeriría un trabajo respiratorio mayor que el TET, pero esto se compensa con el mayor tamaño del diámetro interno del tubo de la LMA respecto del TET equivalente, disminuyendo así la resistencia.
7. Función ciliar: no se altera tras una hora de anestesia general con una LMA.
8. Morbilidad faringolaríngea postoperatoria: la presencia de tos

en la educación anestésica, disfonía, disfagia y dolor de garganta postoperatorios son menores con el uso de LMA respecto al TET¹⁰⁴.

c) Presión de sellado orofaríngeo (PSOF)

Se define como la presión dentro del circuito ventilatorio por encima de la cual existe fuga de aire. Este sellado permite el intercambio gaseoso, protege la vía respiratoria del material proveniente de la boca e impide que los fluidos del esófago pasen a la faringe. Por lo tanto, la presión de sellado es el mejor indicador para determinar el grado de seguridad y protección de la vía aérea que proporciona un DSG. Se aconseja medirla al inicio de la intervención cerrando la válvula espiratoria del circuito con un flujo de gas fresco constante de 3 l/min. La presión en el circuito se eleva hasta que llega a un punto de equilibrio, donde comienza a fugar, esa es la presión de sellado. Este es el método más utilizado en la clínica para determinar la PSOF, pero también se puede medir observando el cierre completo del bucle volumen/presión en un monitor de flujos. La técnica de la auscultación en el cuello para detectar fuga aérea está actualmente en desuso¹⁰⁵.

d) Indicaciones y contraindicaciones

- Indicaciones:

La LMA está indicada en situaciones donde la IET no es deseable y la mascarilla facial es inapropiada o si fallan ambas técnicas.

En la práctica clínica, las indicaciones varían en función del grado de experiencia del anestesiólogo con cada tipo de mascarilla, de las características del paciente, del procedimiento quirúrgico¹⁰⁶, del grado de cooperación con el cirujano y de las ventajas y desventajas percibidas sobre otras técnicas de manejo de la vía aérea.

- **Contraindicaciones:**

Tras una evaluación preoperatoria exhaustiva del paciente y una valoración adecuada del proceso quirúrgico a realizar, nos encontramos ante situaciones en las que existe contraindicación para el empleo de la LMA. Así sucede en pacientes con riesgo de broncoaspiración (falta de ayuno, RGE, hernia de hiato, obesidad mórbida, uso de opiáceos, obstrucción intestinal, cirugía laparoscópica, cirugía abdominal superior, posición de Trendelenburg, tiempo quirúrgico prolongado, profundidad anestésica inadecuada, etc.), con presiones altas de la vía aérea, si interfiere con el campo quirúrgico o la cirugía amenaza el correcto funcionamiento del dispositivo y en pacientes con patología que pudiera interferir en la inserción, o ser agravada por dicho dispositivo¹⁰⁶.

La LMA Clásica está cuestionada en pacientes con baja complianza pulmonar y elevada resistencia de la vía aérea (broncoespasmo, edema pulmonar, fibrosis, trauma torácico u

obesidad mórbida) debido a que no asegura la ventilación de forma efectiva y favorece la fuga aérea y la distensión gástrica. Sin embargo, los dispositivos de 2ª generación, con canal de aspiración gástrico, como la LMA Proseal, la LMA Supreme y la i-gel han demostrado ser eficaces en algunas de las patologías descritas^{107, 108}.

d) Malposiciones

En más de un 10% de los casos la LMA puede estar colocada en un lugar inadecuado debido a un desplazamiento de la misma. Aunque esto no siempre tiene repercusión clínica, cuando se manifiesta lo hace con hipoventilación, acompañado o no de aumento de la Pva. Los distintos tipos de malposiciones son: al introducirse puede doblar la epiglotis; si está poco introducida, mal sellado de la vía aérea con fuga; si está introducida en exceso la parte proximal puede obstruir la entrada de la glotis; si la cazoleta queda en la entrada del esófago, puede aparecer distensión gástrica.

e) Complicaciones

Las complicaciones más frecuentes derivadas del uso de una LMA serían los siguientes:

- Aspiración de contenido gástrico: es la complicación más grave y aunque no puede prevenirse de manera absoluta, en pacientes seleccionados y/o en los que utilizamos DSG de 2ª generación

(con acceso gástrico), su incidencia es similar a la que tiene la IET (1-5/11.000 casos).

- Dolor de garganta, disfagia, disfonía, boca seca, todo ello, con menor incidencia que en la IET¹⁰⁹.
- Lesiones faríngeas por inserción dificultosa o excesivo inflado del manguito (traumatismo laríngeo, isquemia de la mucosa y edema faríngeo, parotídeo o lingual), en general muy poco frecuentes.

1.4.4. La Mascarilla Laríngea en situaciones especiales

a) LMA en la Vía Aérea Difícil (VAD)

La primera vez que se incluyó la LMA en una guía de VAD fue en 1993, en el algoritmo de VAD de la ASA, pero únicamente como dispositivo de mantenimiento de la vía aérea en una situación urgente. Posteriormente, Benumof¹¹⁰ valoró la experiencia acumulada durante varios años sobre la eficacia de la LMA como instrumento adecuado para ventilar pacientes que no habían podido ser intubados ni ventilados de forma convencional. En respuesta a esta valoración, en el siguiente algoritmo de la ASA, revisado en 2003⁹⁷, la LMA aumentó su protagonismo considerablemente. Por un lado, se incluyó como dispositivo apto para la ventilación en dos situaciones:

1. Situación no urgente: con el paciente anestesiado, al que se puede

ventilar pero no intubar.

2. Situación urgente: con el paciente anestesiado, al que no se puede ventilar ni intubar.

Por otro lado, también se incluyó como instrumento intubador en tres situaciones:

1. De forma programada: en pacientes despiertos, con VAD previamente conocida.
2. Situación no urgente: con el paciente anestesiado, al que se puede ventilar pero no se puede intubar de manera convencional.
3. Situación urgente: con el paciente anestesiado, al que no es posible ventilar ni intubar de manera convencional.

Además de la ASA, otras Sociedades de Anestesiología importantes a nivel internacional incorporaron la LMA en sus algoritmos de VAD, como la Francesa¹¹¹, Canadiense¹¹², Alemana¹¹³ o Italiana¹¹⁴. También lo hicieron prestigiosas Sociedades sobre el manejo de la VAD en sus guías, como el caso de la Británica DAS (Difficult Airway Society)¹¹⁵ o la EAMS (European Airway Management Society)¹¹⁶. Por todo esto, la presencia de la LMA en los carros de VAD o intubación difícil, resulta obligada en la actualidad. La evolución de la LMA hacia dispositivos más completos, hace que contemos con DSG que permiten la intubación sin modificar la posición de la cabeza o el cuello del paciente (LMA Fastrach, C-Trach). También existen DSG que permiten la intubación traqueal a través de los

mismos sin estar especialmente diseñados y aprobados para ello (Air-Q, LMA Proseal, i-gel, LMA AuraGain)¹¹⁷⁻¹²³. Otros DSG nos permiten ventilar al paciente con presiones mayores y protegiendo la vía aérea contra la aspiración (LMA Proseal, LMA Supreme, i-gel, AuraGain).

b) LMA en reanimación cardiopulmonar (RCP)

La primera vez que se utilizó una LMA en un procedimiento de RCP fue en 1987, pero no fue hasta nueve años más tarde cuando se aprobó por el European Resuscitation Council (ERC) y ya en el año 2000 por la American Society of Cardiology (ASC) como dispositivo para el manejo de la vía aérea durante la RCP. En la actualización que aprobó la Conferencia de Consenso Internacional en RCP y Urgencias Cardiovasculares, celebrada en noviembre de 2005, la LMA figura como alternativa a la IET para el manejo de la vía aérea en una parada cardíaca¹²⁴.

Las ventajas de la LMA (y otros DSG) para la RCP son su rápida inserción (aún estando el paciente en diversas posturas), curva de aprendizaje corta y la posibilidad, en caso de ser necesario, de poder intubar a través de alguna de ellas.

Las desventajas serían que presenta una protección limitada frente a la broncoaspiración, precisa la abolición parcial de los reflejos de la vía aérea para su uso y tiene un uso limitado para ventilar pacientes con Pva elevada.

Algunos modelos de DSG son más útiles que otros en situaciones de RCP.

Serían los siguientes:

- DSG para intubación: LMA Fastrach, C-Trach, LMA Proseal, LMA Supreme, i-gel, AuraGain, Air-Q.
- DSG desechables por desconocimiento de los antecedentes del paciente y por motivos de ahorro económico.
- DSG con sellado de alta presión y acceso gástrico: LMA Proseal, LMA Supreme, i-gel, AuraGain.
- Otros dispositivos de fácil manejo: Combitube, Easy-tube, Tubo Laríngeo.

Por todos estos motivos, los DSG se incorporaron rápidamente al manejo rutinario de la vía aérea en la RCP y son muchas las publicaciones que avalan su utilización¹²⁵⁻¹³⁴.

1.4.5. Evolución de los dispositivos supraglóticos

La aparición del primer DSG, la LMA clásica diseñada por el Dr. Archie Brain ya en el año 1980, marcó una auténtica revolución en cuanto al manejo de la vía aérea. Desde entonces, estos dispositivos han sufrido un constante desarrollo a través de la evolución de sus diseños. Esta evolución ha ido encaminada, en un primer momento, hacia la mejora y optimización de la ventilación del paciente así como hacia la facilidad de inserción, para posteriormente derivar en la mejora del sellado de la vía

aérea y la reducción del riesgo de aspiración. Otro aspecto que se ha desarrollado y mejorado en los últimos años es la posibilidad de introducir un TET a través del DSG, confiriendo así mayor seguridad y versatilidad en el manejo de la vía aérea.

Tres años después de la aparición de la primera LMA, se introdujo la LMA Flexible o reforzada (LMA-F). Esta, es de características similares a la clásica, diferenciándose de la misma en su tubo de vía aérea fabricado en silicona y con refuerzo metálico en su interior para evitar que se colapse al doblarse. Por este motivo, la LMA-F se usa frecuentemente en cirugía oral, nasal y oftalmológica.

En 1997, aparece en España la LMA Fastrach o LMA de intubación (ILMA); se trata de un diseño de Archie Brain enfocado a la intubación traqueal a través del mismo. De hecho, es la primera LMA que facilita la IET, permitiendo su inserción con una sola mano en cualquier posición, sin mover la cabeza y el cuello de la posición neutra¹³⁵. Se trata de una LMA grande, que precisa de una apertura bucal de 2-2,5 cm para su introducción. Su tubo de vía aérea metálico, de 15 mm, permite pasar a su través un TET de hasta 8 mm de diámetro interior. Este TET especialmente diseñado en silicona y con refuerzo flexometálico, cuenta con unas marcas negras de profundidad en centímetros, un pequeño balón de neumotaponamiento que le permite pasar a través del dispositivo y una punta atraumática especialmente diseñada. También pueden utilizarse TET convencionales, si bien existe mayor riesgo de

lesión y de extubación al retirar la ILMA¹³⁶.

Una vez comprobada la correcta situación del TET mediante ventilación y auscultación del paciente, se puede proceder a la retirada de la ILMA. Para ello es necesario utilizar un prolongador u obturador que nos ayude a mantener el TET en su sitio (empujándolo hacia abajo) a la vez que retiramos la ILMA sin que esta “arrastre” consigo nuestro tubo. Tanto la intubación como la retirada de la ILMA se pueden hacer bajo visión fibrobroncoscópica, lo que aporta mayor seguridad y menor necesidad de manipulación al proceso.

Las principales indicaciones de la ILMA, que la distinguen de otros DSG son:

- Situación de paciente no ventilable – no intubable de urgencia.
- Dificultad prevista de ventilación (como en la obesidad mórbida).
- Intubación con inestabilidad cervical.
- Aprendizaje en situaciones de rutina, para resolver posteriormente situaciones urgentes.

Las complicaciones son las mismas que las generales de la LMA, aunque puede causar mayor morbilidad en la vía aérea por su tamaño, rigidez y posibilidad de manipular el TET. También puede ocurrir intubación esofágica en el 5% de los casos, sobre todo si el tamaño de la ILMA es demasiado grande.

En el año 2001, se introdujo en nuestro país la LMA Proseal, primer DSG con un canal específico de acceso gástrico para introducir una sonda.

Cuatro años más tarde, se comercializa en España el dispositivo C-Trach. Se trata de una variedad de la ILMA con una cámara incorporada de fibra óptica que permite, una vez introducida en la hipofaringe, acoplar un monitor en la parte externa de la mascarilla y así poder hacer la introducción del TET bajo visión directa^{137, 138}. Por eso, en comparación con su predecesora, ha conseguido aumentar el porcentaje de éxito en la intubación al primer intento¹³⁹.

Ya en 2007 aparecieron dos nuevos dispositivos con canal de aspiración gástrica, pero a diferencia de la LMA Proseal, que es reutilizable, estos últimos son desechables. Son la LMA Supreme y la i-gel.

Más recientemente han aparecido otros muchos dispositivos entre los que podríamos destacar la LMA AuraGain. Se trata de un DSG desechable, con canal de aspiración gástrico y que además permite intubar a través del mismo.

Se analizaran a continuación con detenimiento los DSG con canal de aspiración gástrica LMA Proseal y LMA Supreme, puesto que son estos los dispositivos comparados en nuestro estudio.

1.4.6. Dispositivos Supraglóticos con Acceso Gástrico (DSAG)

a) Conceptos básicos

Se consideran DSAG a aquellos dispositivos que además del canal de ventilación poseen un canal de acceso gástrico independiente, que permite el drenaje de la vía digestiva y la introducción de una sonda de aspiración o sonda nasogástrica (SNG).

Dentro de este grupo se encuentran la LMA ProSeal, LMA Supreme, i-gel, AuraGain y además los tubos laríngeos sonda. A continuación se describirán con detalle las características de la LMA ProSeal y LMA Supreme, dispositivos motivo del presente estudio.

b) LMA Proseal

- *Descripción*

El dispositivo LMA Proseal es una versión avanzada de la LMA Clásica que se diseñó con el objetivo de ofrecer ventajas adicionales superiores a las de su antecesora. Este dispositivo reutilizable consta de cuatro componentes principales: mascarilla, línea de inflado con globo piloto, tubo de vía aérea y tubo de drenaje gástrico. La LMA-P incorpora un manguito principal que sella la abertura laríngea y, en las unidades de mayor tamaño, incluye además un manguito posterior que contribuye a aumentar el grado de sellado.

Además, el conjunto de la válvula está equipado con un tapón rojo que permite la evacuación del aire residual de la mascarilla durante

la esterilización en autoclave. Un tubo de drenaje recorre en paralelo el tubo de la vía aérea y atraviesa el suelo de la abertura de la mascarilla en el extremo de ésta opuesto al esfínter esofágico superior (EES). El tubo de la vía aérea está reforzado con alambre (flexometálico) para impedir su colapso e incorpora un conector estándar de 15 mm en el extremo.

Existe una herramienta de inserción maleable (el dispositivo introductor LMA Proseal™ Introducer), disponible en tamaños indicados para pacientes adultos y pediátricos, cuya función es ayudar en la inserción en caso de que sea conveniente evitar introducir un dedo en la boca del paciente.

Las características que incorpora la LMA-P respecto a la LMA original son:

1. El material más suave del manguito, el vaso más profundo de la mascarilla y la forma especial del manguito ofrecen un mayor grado de sellado que la LMA para una determinada presión en el manguito.
2. Una abertura del canal (o tubo de drenaje) en el EES permite el drenaje de las secreciones gástricas y el acceso al tracto gastrointestinal. La función del tubo también es impedir la insuflación gástrica accidental.
3. Un tubo de drenaje que permite la inserción a ciegas de

sondas orogástricas o nasogástricas estándar, con el paciente en cualquier posición y sin necesidad de utilizar pinzas de Magill.

4. Un diseño de doble tubo que reduce la probabilidad de que la mascarilla gire; el perfil perfeccionado del manguito, en combinación con los tubos flexibles, se traduce en un mayor grado de anclaje del dispositivo.
5. Un bloque mordedor incorporado (excepto en el dispositivo LMA-P de tamaño 1, por motivos de ajuste anatómico) que reduce el riesgo de que se produzca una obstrucción de la vía aérea y daños en el tubo.
6. La posición del tubo de drenaje en el interior del manguito impide que la epiglotis ocluya el tubo de la vía aérea. Esto elimina la necesidad de utilizar barras elevadoras de la epiglotis.

- *Preparación e inserción*

La elección del tamaño de la LMA-P para cada caso, se hace en función del peso y siguiendo las mismas pautas que en la LMA Clásica. Existen disponibles los tamaños 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4 y 5 (del 1 al 2.5 no presentan manguito posterior).

La LMA-P se prepara básicamente como cualquier LMA: se desinfla completamente, se lubrica con un lubricante hidrosoluble (para

garantizar una correcta esterilización en posteriores usos) y se deja lubricado el canal de acceso gástrico (se puede dejar introducida la SNG a través del mismo hasta la punta de la mascarilla para realizar la colocación con mayor rapidez). Pueden ser introducidas SNG desde 8 F de tamaño (en la LMA-P de tamaño 1) hasta 18 F (en la LMA-P del no 5), siendo las sondas de 14 F las más utilizadas en los tamaños 3 y 4.

Para su inserción precisa la hiperextensión del cuello para que avance y se sitúe en la base de la hipofaringe, es decir, hasta el EES. El fabricante recomienda dos tipos de inserción:

1. Inserción digital: se realiza con el dedo índice o pulgar, igual que en el caso de la LMA Clásica y la punta del dedo se puede introducir en la trabilla de la base del manguito para facilitar su avance.
2. Inserción con introductor: este introductor metálico, convierte a la LMA-P en una ILMA modificada, dándole un ángulo de unos 115° (90° en ILMA) y rigidez al dispositivo para facilitar su inserción.

La preferencia por utilizar una u otra técnica depende del facultativo en cuestión, si bien, los anestesiólogos experimentados en el uso de DSG prefieren la inserción digital por su simplicidad y rapidez.

Independientemente de estos métodos, que además de recomendados por sus diseñadores son los más utilizados en la práctica clínica, se han descrito otras formas interesantes para mejorar y optimizar la colocación de la LMA Proseal. Uno de estos métodos es la introducción del dispositivo con una rotación de 90°. Consiste en introducir la LMA-P rotada 90° en el sentido horario dentro de la boca y avanzar hasta notar la resistencia en hipofaringe, momento en que se endereza para ocupar su posición normal definitiva. Este método ha conseguido mejores resultados en la inserción y menor lesión de la mucosa faríngea que la técnica digital, tanto en pacientes adultos^{140, 141} como pediátricos¹⁴².

Otros autores han propuesto técnicas basadas en la ayuda de algún tipo de guía que, introducida por el canal gástrico, sirve de fiador a lo largo del esófago para que la punta del dispositivo de coloque correctamente sobre el EES. En este sentido, hay varias publicaciones que avalan el éxito de este método, sobre todo utilizando una guía tipo Gum Elastic Bougie®, con la que se ha conseguido, a parte de mayor porcentaje de éxito en la colocación y menor incidencia de trauma¹⁴³, también ha demostrado provocar una menor respuesta hemodinámica en la inserción¹⁴⁴, tasa de éxito superior en pacientes con inmovilización cervical¹⁴⁵, y mejor visión fibrobroncoscópica de las cuerdas vocales tras su colocación¹⁴⁶.

- *Indicaciones*

Las indicaciones de la LMA-P incluyen todas aquellas indicaciones de la LMA Clásica y además, debido a su mayor presión de sellado, se amplían a los siguientes casos:

- Cirugía laparoscópica.
- Pacientes obesos.
- Pacientes con reflujo gastroesofágico leve.
- Pacientes en decúbito lateral o prono.
- Dispositivo de rescate cuando falla la IET.

- *Malposiciones*

Debido a que la punta de la LMA-P no es rígida, el tipo de malposiciones que se pueden dar son dos:

1. Flexión posterior de la punta: lleva acompañado el acodamiento del tubo de drenaje, pudiendo ventilar al paciente pero no insertar la SNG (sin capacidad de prevenir la broncoaspiración o distensión gástrica). La solución consiste en retirar un poco el dispositivo y, en ocasiones reubicarlo de nuevo.
2. Flexión anterior de la punta: normalmente del extremo distal de la cazoleta al comienzo del trayecto del tubo de drenaje.

Igualmente, se podrá ventilar al paciente pero no introducir una sonda. En este caso, la única solución es desinflar el dispositivo e introducirlo de nuevo.

- *Complicaciones*

Básicamente son las mismas que para la LMA Clásica, pero con menor incidencia de broncoaspiración, pues la regurgitación tiene salida a través del tubo de drenaje.

Pese al mayor tamaño de su copa, fundamentalmente a expensas de su doble manguito, no hay evidencia de que cause mayor incidencia de efectos adversos que los otros DSG.

La LMA Proseal produce un muy buen sellado glótico, pero en ocasiones, cuando está sobreinflado el manguito, puede comprimir la glotis y obstruir la ventilación, clínica (0,3%)¹⁴⁷ o subclínicamente (5%)¹⁴⁸. Esta mascarilla está hecha en silicona y permite la difusión de N₂O, por lo que se debe tener cuidado al utilizar este gas con la sobrepresión del manguito¹⁴⁹.

Existen algunas publicaciones sobre casos de parálisis de cuerdas vocales (normalmente unilateral), y de los nervios hipogloso y lingual, siendo el denominador común la sobrepresión del manguito, producida principalmente por la difusión de óxido nitroso^{150, 151}.

c) *LMA Supreme*

- *Descripción*

Este DSG fue introducido en España en 2007 con idea de ser una “versión desechable y mejorada” de la LMA Proseal. Se trata de un DSAG fabricado en PVC y de un solo uso. El tubo de la vía aérea, semirígido y con forma anatómica, tiene una sección elíptica y termina distalmente en la copa de la LMA. Su extremo distal está reforzado para evitar una posible doblez que puede ocurrir durante su inserción. Su neumotaponamiento incorpora los siguientes cambios respecto a la LMA-P:

- Ausencia de manguito dorsal.
- Refuerzo del manguito en su tercio distal y un doble manguito interno con fijación al tubo de drenaje, con un discreto ensanchamiento del extremo distal.
- Dos pares de pequeñas aletas que se originan en el borde interno del manguito y del tubo de drenaje, que tienen como finalidad impedir la migración de la epiglotis.

Este DSAG incluye un tubo de drenaje que surge proximalmente como un puerto independiente y continúa distalmente a lo largo de la superficie anterior del vaso del manguito, pasando a través del extremo distal del mismo hasta comunicarse distalmente con el EES. Dicho tubo de drenaje cumple dos funciones:

- Permite la introducción en el estómago de una sonda gástrica o SNG bien lubricada, que permite vaciar el contenido gástrico.
- Permite comprobar la correcta colocación del DSAG tras su inserción y durante el tiempo que permanece funcionando, gracias a la detección de aire a través del mismo.

La LMA-S se inserta fácilmente sin necesidad de utilizar medios digitales ni herramientas de inserción, como consecuencia de la forma y semirigidez de su mango, siendo su tasa de éxito de colocación al primer intento del 95%. Incorpora un bloque mordedor que queda situado entre los dientes del paciente. El DSAG tiene un nuevo sistema de fijación (lengüeta o presilla de fijación) que evita el desplazamiento proximal del dispositivo, al servir de apoyo para una tira de esparadrapo o venda de hilo que lo fije a la cara o al cuello del paciente, respectivamente. Esta LMA posee una línea de inflado del manguito que termina en un globo piloto.

- *Preparación e inserción*

La elección del tamaño de la LMA-S para cada paciente, se hace en función del peso y siguiendo las mismas pautas que se comentaron para los otros tipos de LMA. Existen disponibles los tamaños del 1 al 5 y está descrito el tamaño máximo de sonda gástrica para cada

uno de ellos.

La LMA-S se prepara y se introduce de la misma forma que la LMA-P, únicamente difiere en que se introduce con una sola mano (similar a la ILMA). Existe un volumen máximo de inflado recomendado, intentando que la presión de manguito no supere los 60 cm de H₂O. Para comprobar la correcta colocación de la LMA-S, se puede realizar la denominada “prueba de la burbuja”, que consiste en depositar una pequeña cantidad de lubricante (1- 2 ml) en la boca del canal del acceso gástrico. Si el DSAG está bien colocado se observará un ligero movimiento meniscal hacia arriba/abajo del lubricante sin ascenso de burbujas ni de aire, si por el contrario, observamos la subida de burbujas o de aire a presión, la LMA no está correctamente colocada, pues estamos insuflando aire al estómago. Posteriormente se introduce la SNG y se puede aspirar a través de la misma una vez que ésta ha llegado al estómago.

- *Indicaciones*

Además de las indicaciones de la LMA Clásica y de la LMA Proseal, la LMA Supreme incluiría otra serie de indicaciones:

- Personal con poca experiencia en el uso de DSG.
- Pacientes con apertura bucal limitada.

Al igual que la LMA-P, no fue diseñado como medio de intubación,

debido al diseño apalstado de su tubo ventilatorio, para lo que precisaría de la ayuda de una guía o catéter^{152, 154}.

- *Malposiciones*

Son poco frecuentes debido al diseño del DSG y su facilidad de colocación. La rigidez de este DSG hace prácticamente imposible que se produzcan movimientos de flexión de la punta. Por lo tanto, las únicas situaciones en que la LMA-S puede quedar mal colocada, son: que quede poco introducida, demasiado introducida o girada respecto a la línea media. La solución será introducirla más, retirarla o centrarla respectivamente. En caso necesario se procederá a insertarla nuevamente.

- *Complicaciones*

Comparte las mismas que la LMA Clásica pero con menor incidencia de broncoaspiración. La incidencia de ronquera, disfagia, dolor de garganta, disfonía, etc., no difiere respecto a las de otras LMA. Existen descritos casos aislados de mediastinitis¹⁵⁵ y parálisis del nervio hipogloso y lingual¹⁵⁶, con menor frecuencia que la LMA-P, pues el PVC no es permeable al N₂O.

1.5. Usos avanzados de los dispositivos supraglóticos

1.5.1. Generalidades

Se considera un uso avanzado o no convencional de un DSG cuando se emplea en situaciones clínicas más complejas, tanto por las características del paciente como por el tipo de cirugía, o bien porque se prevea la realización de alguna técnica específica (por ejemplo, ventilación controlada por presión, posición del paciente en decúbito lateral, prono o en Trendelenburg, etc.)¹⁰⁶.

Los DSAG LMA Proseal y LMA Supreme , son DSG complejos y deben usarse cuando se manejen correctamente DSG básicos como la LMA Clásica. Una vez adquiridas las habilidades clínicas básicas en el manejo de los DSG, estos pueden utilizarse en lo que se ha denominado como “usos avanzados”. El grado de experiencia requerido para llegar a este punto, depende de la rapidez con la que se haya alcanzado la destreza necesaria y de la situación clínica avanzada concreta, aunque algunos autores están de acuerdo en que al menos se deben cumplir los siguientes requisitos^{105, 157}:

- Poseer los suficientes conocimientos teórico-prácticos, incluida la práctica en el maniquí o en el cadáver.
- Utilizar la LMA Clásica de forma habitual en los usos clínicos básicos.

- Tener éxito en la colocación al primer intento en los usos clínicos básicos mayor al 90%.
- La colocación correcta globales mayor del 95% y la incidencia de problemas con su utilización es menor al 10%.

El aprendizaje debe ser gradual, progresivo y estar supervisado por anestesiólogos con mayor experiencia. Es imprescindible conocer y entender los cambios introducidos en los DSAG respecto a sus predecesores y resaltar la importancia de la ubicación correcta del extremo distal, así como de las funciones del tubo de drenaje gástrico (prevención de la broncoaspiración y de la insuflación gástrica, paso de la sonda gástrica, diagnóstico de malposiciones y guía para su colocación), pues son estos cambios los que hacen posible la utilización de DSG en usos avanzados.

Una vez adquiridas las habilidades básicas con la LMA Proseal, puede utilizarse en situaciones en las que está relativamente contraindicado el uso de la clásica, muchas de las cuales se incluyen en lo que denominamos usos avanzados.

En cuanto a la LMA Supreme, su facilidad de inserción permitirá adquirir la habilidad necesaria para los usos sencillos de forma similar a la LMA Clásica. En cuanto a su uso en situaciones avanzadas, aunque hay resultados muy positivos, sigue siendo mayor el número de pacientes evaluados con la LMA Proseal, por lo que en situaciones más complejas

parece razonable optar por esta última (cirugía orofacial/ dental/ otorrinolaringológica, cirugía de tiroides y paratiroides).

1.5.2. Usos avanzados

a) Obesidad

El aumento de la prevalencia de obesidad en la población, así como la mejora y optimización tanto de las técnicas anestésicas como quirúrgicas, ha hecho que el número de pacientes obesos propuestos para cirugía se haya incrementado de manera importante. Esto incluye tanto los procesos quirúrgicos con hospitalización, como los ambulatorios (CMA), a pesar de que su indicación, en esta última, ha sido cuestionada debido a una mayor incidencia de morbilidad asociada¹⁵⁸. En un estudio realizado sobre 17.638 pacientes, de los cuales más del 15% tenían un IMC > 30 kg/m², el riesgo de complicaciones respiratorias intraoperatorias fue casi cuatro veces mayor en los pacientes obesos¹⁵⁹. Otros estudios comprobaron mayor frecuencia de efectos adversos en la URPA, pero sin incremento en la proporción de ingresos no previstos^{160, 161}. Puesto que los efectos adversos encontrados son de naturaleza menor y reversible, actualmente el paciente obeso se considera candidato a CMA, siempre que su patología asociada esté bien controlada.

Es importante tener en cuenta que el uso de DSG en el paciente obeso puede tener algunas limitaciones que no se pueden obviar. La disminución de la complianza torácica y el aumento de la resistencia

inspiratoria, pueden condicionar que la ventilación con el DSG sea ineficaz en estos pacientes.

Existen estudios de series limitadas que valoran la seguridad y eficacia de la LMA en los pacientes obesos, siendo lo más común la descripción de casos clínicos de rescate de una vía aérea difícil. Keller y cols.¹⁶², realizaron un estudio en pacientes obesos mórbidos, donde se comprobó la seguridad y eficacia ventilatoria de LMA Proseal como paso previo a la intubación traqueal. Otros trabajos que incluyen un número limitado de pacientes obesos, han mostrado que la LMA puede ser eficaz en el mantenimiento de la ventilación sin resultados adversos^{163, 164}.

En la obesidad, la LMA Proseal es más apropiada que la clásica, ya que aunque se consigan condiciones ventilatorias similares con ambas, la presión en el manguito para evitar fugas en el sellado, puede ser muy elevada en el caso de la clásica (hasta 100 cmH₂O)¹⁶³. En estos pacientes, el manguito de la Proseal se ajusta mejor a la faringe a baja presión, ofreciendo una mayor seguridad en la ventilación.

En relación a la LMA Supreme y pacientes obesos, existe un estudio que comparó la facilidad para la ventilación por personal inexperto con una mascarilla facial frente a la LMA Supreme. La eficacia de la ventilación se consiguió de forma más rápida y con mayor calidad usando la LMA-S¹⁶⁵.

Otros autores han incluido pacientes obesos en sus series con Supreme y no han encontrado diferencias en cuanto a parámetros de inserción,

ventilación o tasa de complicaciones en este grupo de pacientes en comparación con los no obesos^{166, 167}.

b) Cirugía laparoscópica

Hoy en día cada vez son más numerosos los procedimientos quirúrgicos que se pueden realizar mediante abordaje laparoscópico, lo que se llaman técnicas de cirugía mínimamente invasiva. Las especialidades que primero incorporaron estas técnicas a su práctica habitual fueron Ginecología y Cirugía General. Más tarde, otras especialidades como Urología y Cirugía Vascular han incorporado las intervenciones vía laparoscópica a su práctica diaria.

Los efectos en la mecánica ventilatoria del neumoperitoneo, junto con los cambios de posición del paciente pueden afectar el intercambio gaseoso y favorecer el riesgo de regurgitación, por tanto, clásicamente se ha considerado a la anestesia general con intubación traqueal como la técnica de elección en la cirugía laparoscópica¹⁶⁸. Sin embargo, la aparición de los DSAG y su creciente utilización para usos avanzados, hace que estos puedan ser utilizados como una alternativa válida a la intubación en pacientes seleccionados.

Los DSAG ya se están utilizando en usos avanzados con implicaciones fisiopatológicas similares a las producidas durante la cirugía laparoscópica. Este es el caso de las pacientes embarazadas a término, cuya presión intraabdominal aumentada es similar a la causada por el

neumoperitoneo, que se someten a cesárea electiva. Recientemente, un estudio¹⁶⁹ realizado en 700 pacientes embarazadas a término, sometidas a cesárea programada bajo anestesia general con LMA Supreme, ha revelado excelentes resultados. En todos los casos se consiguió una correcta ventilación de las pacientes sin episodios de broncoaspiración ni otras complicaciones fuera de lo normal. Cabe destacar que esta importante muestra se sometió a ciertos criterios de selección, pues se trataba de pacientes no obesas, premedicadas con antiácidos, con un ayuno mínimo de 4 horas y sometidas a cesárea programada no complicada.

El uso de DSAG ofrece importantes ventajas durante la cirugía laparoscópica, destacando principalmente:

1. El vaciamiento del estómago mediante una sonda gástrica puede mejorar la visión del campo quirúrgico además de reducir el riesgo de broncoaspiración.
2. El mejor sellado orofaríngeo permite una mejor ventilación durante los momentos de presión elevada en la vía aérea que ocurren con la insuflación peritoneal, evitando las posibles fugas aéreas, hipoventilación e insuflación gástrica que podrían suceder al usar la mascarilla clásica.

La LMA Proseal es actualmente en cirugía laparoscópica, el dispositivo supraglótico con el que se han realizado más estudios en esta indicación

y debe ser considerada de elección^{164, 170-174}. El análisis global de los resultados demuestra su eficacia como instrumento para la ventilación tanto antes como después del neumoperitoneo. Ninguno de los trabajos referidos analiza como objetivo del estudio la incidencia de broncoaspiración. Viira y cols. publicaron los resultados de una búsqueda bibliográfica para determinar si el uso de la LMA en la laparoscopia ginecológica incrementaba o no la incidencia de regurgitación y de broncoaspiración y concluyeron que no existían suficientes datos para apoyar o desechar su utilización¹⁷⁵.

El diseño de un estudio randomizado que investigara la diferencia de aspiración entre la LMA y la intubación traqueal, debería incluir más de 60.000 pacientes, asumiendo una incidencia de aspiración de 1/1.000 para la cirugía laparoscópica¹⁷⁵. Hasta la fecha, no se ha realizado un estudio de tales dimensiones, pero actualmente son más de 25 los trabajos publicados avalando el uso seguro de los DSAG en la cirugía laparoscópica. Por lo tanto, en relación al riesgo relativo de broncoaspiración, será la práctica clínica la que determine la seguridad de los DSAG frente a la IET.

La LMA Supreme está evaluándose en esta indicación con resultados muy favorables y ya acumula casi tantos estudio a favor de su uso en laparoscopia como la Proseal^{107, 165, 176, 177}. Se han publicado algunos estudios sobre el uso de la LMA Supreme en laparoscopia ginecológica. Uno de ellos, compara la LMA Supreme y LMA Proseal no encontrando

diferencias en cuanto a la inserción, ventilación y tasa de complicaciones, si bien la LMA-S alcanzó presiones de sellado menores¹⁰⁷. Otros estudios comparan la LMA Supreme con la IET, obteniendo una menor incidencia y severidad de morbilidad faringolaríngea con el DSG sin diferencias en el comportamiento intraoperatorio^{176, 178}.

Los expertos en usos avanzados consideran que la LMA Proseal y Supreme deben ser utilizadas en la cirugía laparoscópica, especialmente en la colecistectomía, por expertos en el uso de estos DSAG en usos no convencionales (aquellos que tienen > 95% de éxito) y con experiencia con los mismos en laparoscopia ginecológica. Así mismo, se desaconseja el uso de la LMA Clásica para la cirugía laparoscópica¹⁷².

c) Cirugía de tiroides y paratiroides

La intubación endotraqueal se sigue considerando hoy en día, por parte de muchos anestesiólogos, como la única técnica segura y fiable para el acceso y mantenimiento de la vía aérea en este tipo de intervenciones. Sin embargo existen algunas experiencias que aseguran poder realizar intervenciones de tiroides y/o paratiroides en pacientes seleccionados utilizando DSG para este fin¹⁷⁹, incluso a nivel de CMA¹⁸⁰⁻². El uso de la LMA en estas intervenciones presenta algunas ventajas: permite valorar la afectación del nervio laríngeo recurrente (NLR), con visión directa fibrobroncoscópica del movimiento de las cuerdas vocales al final de la cirugía o de forma continua con el uso de un neuroestimulador durante la intervención^{106, 183-5}.

Los inconvenientes fundamentales son la pérdida súbita de la vía aérea por laringoespasma o desplazamiento del dispositivo. Por otro lado, no debería utilizarse en casos de traqueomalacia puesto que no evita el colapso de la vía aérea.

Por la flexibilidad del propio dispositivo, parecería más adecuado utilizar la LMA Proseal que la LMA Supreme (bastante más rígida), adaptándose mejor a la posición de extensión forzada del cuello que se requiere en estas cirugías.

d) Colocación del DSG en distintas posiciones del paciente

Los DSG al igual que el TET, nos permiten realizar procedimientos anestésicos en distintas posiciones que no son el decúbito supino, si bien es fundamental tener en cuenta el tipo de procedimiento quirúrgico así como las características del paciente.

La técnica más extendida es realizar la inducción anestésica con el paciente en decúbito supino e insertar así el DSG, se comprueban su ubicación correcta y el adecuado sellado orofaríngeo, para después colocar al paciente en su posición definitiva.

El manejo de la vía aérea en decúbito lateral puede plantear problemas al anestesiólogo, sobre todo cuando debe hacerse de manera urgente en mitad de una intervención quirúrgica, tras la pérdida accidental de la permeabilidad de la vía aérea. Autores como McCaul y cols., demostraron que colocar una LMA para mantener la vía aérea es más rápido y más

fácil que la IET cuando el paciente permanece en decúbito lateral¹⁸⁶.

Sólo del 2-4% de las intervenciones quirúrgicas con anestesia general y LMA se hacen con el paciente en decúbito lateral¹⁸⁷.

En el caso de la cirugía en decúbito prono, se acerca al 1-2% de las intervenciones quirúrgicas¹⁰⁶. Se trata de un uso muy controvertido y existen argumentos tanto en su contra como a su favor.

Los argumentos en contra de usar DSG en posición prona serían:

- Fallos en la ventilación, colocación.
- Vía aérea desprotegida.
- Inadecuada para la ventilación controlada.
- Posible regurgitación.

Los argumentos a favor serían:

- Improbable desplazamiento (con profundidad anestésica adecuada).
- Facilidad para su recolocación.
- Permite ventilación controlada.
- Si hay regurgitación, la aspiración es poco probable debido a la posición del paciente.

Existen escasas publicaciones sobre la utilización de DSG en decúbito

prono, la mayoría son presentaciones de casos clínicos aislados en los que se utilizó esta tras la inducción de la anestesia en decúbito supino¹⁸⁸ o en los que sirvió como rescate de la vía aérea tras la extubación accidental del paciente en esta posición¹⁸⁹.

Un estudio descriptivo demostró que la LMA Clásica podía ser introducida con el paciente en decúbito prono y mantener la vía aérea permeable en esta posición con ventilación espontánea¹⁹⁰.

Otras potenciales ventajas del uso de DSG en esta posición, son la reducción del riesgo de complicaciones derivadas de girar a un paciente anestesiado, como la desconexión de vías y tubuladuras, lesiones por estiramiento o compresión nerviosas, entre otras^{166, 191-3}.

Brimacombe y cols.¹⁹⁴ realizaron un estudio retrospectivo de 245 pacientes manejados con LMA-P en decúbito prono por anestesiólogos con gran experiencia concluyendo que, en manos expertas, el DSAG puede ser colocado con el paciente en decúbito prono, y ser utilizado para el mantenimiento de la anestesia general en esta posición, pero siempre que se asegure el poder volver rápidamente al decúbito supino en caso de problemas.

Recientemente se ha comunicado el uso de la LMA-S en decúbito prono^{167, 191} con buenos resultados en cuanto a inserción, ventilación y complicaciones.

Debido a la falta de evidencia suficiente y a la controversia generada, los

expertos recomiendan una serie de precauciones para este uso: utilizar DSAG (LMA-Proseal/Supreme) con sonda de aspiración, por anestesiólogos experimentados en usos avanzados y siempre disponiendo de material adicional de manejo de la vía aérea por si fuese necesario¹⁹⁵.

1.5.3. Usos intermedios (o mínimamente avanzados)

Antiguamente había ciertos usos de los DSG que eran considerados avanzados por la mayoría de los anestesiólogos. Si embargo, actualmente muchos expertos en el manejo de los DSG no lo consideran así. Con esto, nos referimos a usos que requieren de una mayor experiencia y destreza para su manejo que la de los usos habituales de los DSG, pero quizás no tanta como la necesaria para ejecutar los usos avanzados. Por ello los podíamos denominar usos intermedios (situados entre los habituales y los avanzados).

a) Cirugía otorrinolaringológica (ORL)

En la cirugía del oído la LMA (en cualquiera de sus versiones) ha sido utilizada con buenos resultados en cuanto a eficacia de ventilación e incidencia de efectos adversos¹⁰⁶.

En la cirugía nasal se han observado resultados favorables y con escasa incidencia de complicaciones^{106, 196}. La incidencia de aspiración de sangre es alrededor del 0,5%, la educación anestésica es menos traumática y la tasa de laringoespasma también es menor cuando se compara con TET,

tanto si la extubación se realiza en pacientes dormidos como despiertos¹⁹⁷.

En el caso de la cirugía de amigdalectomía y adenoidectomía, nos encontramos probablemente, ante uno de los mayores retos para el anestesiólogo, en especial en el paciente pediátrico. La intubación en esta cirugía precisa del uso de relajantes neuromusculares, la tos con la extubación es frecuente y esto facilita la aparición de sangrado y laringoespasma. Sin embargo, el uso de LMA flexible en este tipo de cirugías evita el empleo de relajantes, disminuye la incidencia de tos y permite el arrastre de sangre y secreciones con su extracción. De hecho, se recomienda extraerla inflada cuando el paciente tiene reflejos, disminuyendo con ello los episodios de desaturación¹⁹⁷.

b) Cirugía orofacial y dental

Este tipo de cirugías tienen dos características que las diferencian del resto: por un lado, la vía aérea es compartida con el cirujano; por otro, la sangre y secreciones originados por estos procedimientos pueden llegar al espacio glótico, constituyendo así un riesgo potencial de broncoaspiración.

Un aspecto controvertido es la protección de la vía aérea de secreciones por encima del manguito. Se ha comprobado que la LMA protege de la contaminación de fluidos localizados por encima del manguito, en especial si la manipulación de la cabeza y del cuello es mínima^{106, 190, 196}.

Tanto la LMA Clásica como la flexible (LMA-F) y recientemente la LMA Proseal, permanecen estables en diferentes posiciones de la cabeza y del cuello, siendo la PSOF menor con la extensión del cuello y mayor con la flexión del mismo para los tres dispositivos¹⁹⁸⁻²⁰⁰.

La utilización de la LMA Flexible en esta cirugía, permite que los movimientos hacia los lados del tubo no desplacen el manguito, no siendo necesario la utilización de taponamiento orofaríngeo^{106, 201-2}.

1.6. Ventajas y desventajas de los DSG frente a la IET

1.6.1. Ventajas

- Fácil y rápida colocación, sin necesidad de relajantes musculares.
- Evita la respuesta neuroendocrina de la laringoscopia e intubación.
- Evita traumatismos potenciales de la laringoscopia e intubación.
- Bien tolerada y adecuada durante la ventilación espontánea.
- Menores requerimientos de agentes anestésicos.
- Menor incidencia de tos, trismus y laringoespasmo en la recuperación inmediata.
- Menor elevación de la presión intraocular.

- Menor incidencia de dolor de garganta, disfonía y disfagia postoperatorios.
- Relación coste-efectividad favorable.

1.6.2. Desventajas

- Menor sellado y protección de la vía aérea ante regurgitaciones: riesgo de broncoaspiración si Pva elevada y “estómago lleno”.
- Dificultad ventilatoria ante un laringoespasma.
- Dificultad en su uso si interfiere con el campo quirúrgico.
- Dificultad para su colocación y mantenimiento en pacientes con patología de la vía aérea.
- Uso cuestionado en algunas situaciones: obesidad mórbida, edema pulmonar, traumatismo torácico, broncoespasmo, posturas forzadas en la cirugía, etc.
- Necesidad de la colaboración del cirujano en algunos procedimientos.

2. JUSTIFICACIÓN

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En los últimos años el uso de maniobras de reclutamiento alveolar se ha popularizado de manera creciente, debido a su potencial efecto beneficioso como estrategia de protección pulmonar. Es un hecho conocido que la anestesia general por sí misma, en un paciente sano, favorece la aparición de atelectasias^{25, 203}. También es cierto, que generalmente, estas atelectasias son poco relevantes ya que desaparecen en su mayoría en las primeras 24 horas de postoperatorio. Ante esta circunstancia cabría pensar qué necesidad hay de prevenir las atelectasias si su repercusión no va a ser duradera. En efecto, a menudo la disfunción pulmonar es transitoria y su función normal se recupera pronto tras la intervención quirúrgica y la anestesia.

Sin embargo, la realidad es que los pacientes sí desarrollan complicaciones respiratorias. Puesto que el número de procedimientos anestésicos en el mundo Occidental es considerable (unos 70.000 por millón de habitantes, siendo más de la mitad de los mismos con anestesia general), incluso un pequeño porcentaje de complicaciones implica un gran número de pacientes que las padece. La impresión clínica es que las atelectasias pueden contribuir al desarrollo de complicaciones como hipoxemia y neumonía, por ello es fundamental evitar su aparición. Las maniobras de reclutamiento alveolar consiguen re-expandir los

alveolos colapsados, incrementan el intercambio de gases y mejoran la oxigenación arterial.

Una de las revisiones más recientes al respecto, realizada por L Hartland et al²⁰⁴, concluye que las maniobras de reclutamiento alveolar seguidas de una PEEP mantenida, deberían instaurarse tras la inducción de cualquier anestesia general, así como durante el mantenimiento, y por supuesto ante una caída de la saturación de oxígeno, siempre que sea factible. Estas maniobras parece claro que reducen las complicaciones pulmonares post-operatorias y mejoran los resultados de los pacientes.

Si bien es cierto que la evidencia de esta revisión se limita a la aplicación de maniobras de reclutamiento alveolar en adultos sometidos a cirugía abdominal, existe extensa literatura que apoya el uso de las maniobras de reclutamiento en muchos otros procedimientos quirúrgicos²⁰⁵⁻²⁰⁸.

Por otro lado, la tendencia actual en el ámbito de la medicina en general y de la anestesia en particular, es ser lo menos invasivo posible. En este sentido el uso de los DSG tiene un papel muy importante; la aparición de los mismos revolucionó el manejo de la vía aérea por su facilidad de uso (su correcta colocación tiene una curva de aprendizaje muy corta) sin necesidad de relajantes neuromusculares para su colocación y mantenimiento, y ha conseguido disminuir la tasa de aparición de efectos adversos y la morbilidad en la vía aérea en un 25-40%²⁰⁹ respecto al uso del TET (incluyendo dolor de garganta, disfonía y disfagia).

Si bien hay que tener en consideración no sólo las ventajas de los DSG frente al TET, sino también sus desventajas. Sin embargo, la evolución y mejora de los DSG hasta la aparición de los DSAG ha favorecido la ampliación de las indicaciones de estos dispositivos. Así mismo, dichos DSAG han ido mejorando en cuanto a su diseño y características permitiendo, fundamentalmente, alcanzar mayores PSOF con mayor protección de broncoaspiración.

En definitiva, la realidad es que hoy en día, casi en cualquier procedimiento quirúrgico que se lleve a cabo con AG se emplea alguna maniobra de reclutamiento alveolar (MRA), pues es sabido que éstas son efectivas, de bajo riesgo y poco coste. Los estudios y la bibliografía al respecto de los beneficios de las MRA son extensos²¹⁰; de hecho las últimas recomendaciones pasan por instituir MRA seguidas de PEEP tras la inducción de la AG, durante el mantenimiento de la misma y en presencia de una caída de la SO_2 . Estas maniobras permiten reducir la FIO_2 mientras se mantiene una mayor SO_2 , limitando los shunts. Todo ello limita la aparición de complicaciones pulmonares postoperatorias mejorando los resultados de los pacientes.

Así pues, ya que actualmente casi en cualquier procedimiento con AG realizamos alguna maniobra de reclutamiento, y puesto que hoy en día cada vez está mas extendido el uso de DSG, ¿por qué no estudiar la posibilidad de realizar estos reclutamientos con DSG de una manera segura?

Para ello decidimos plantear estas MRA con DSAG en una situación óptima, esto es, sin elementos que pudieran dificultar el manejo intraoperatorio y distorsionar nuestro resultado. Por este motivo seleccionamos pacientes no obesos, sin patología pulmonar obstructiva crónica conocida (excepto ser fumadores o asmáticos) y procedimientos quirúrgicos con el paciente en decúbito supino y mesa quirúrgica en posición horizontal, susceptibles de usar DSAG para establecimiento y mantenimiento de la vía aérea.

3. HIPÓTESIS

3. HIPÓTESIS

Nos tenemos que remontar a la década de 1960, cuando se observó que los pacientes anestesiados presentaban un descenso de la complianza del sistema respiratorio, que se acompañaba de un deterioro en la oxigenación. Se propuso que la formación de atelectasias podría ser la causante de este fenómeno²³. Sin embargo, la radiología convencional no podía demostrar esta hipótesis¹⁰. Estudios realizados en la década de 1980, con tomografía computerizada, mostraron un aumento de densidad en las regiones pulmonares dorsales y caudales, que se desarrollaban con gran rapidez tras la inducción anestésica^{25, 203}. Estas áreas suponían en torno al 5% de la superficie pulmonar, pero debido al mayor volumen del pulmón cuando está aireado, podrían corresponder al 15-20% del volumen pulmonar. La administración de contraste intravenoso puso de relieve un aumento de captación en esas regiones hiperdensas, lo que indicaba que estaban perfundidas pero no ventiladas. Además cuando el paciente pasaba de decúbito supino a lateral, las densidades persistían en la región dorsal del pulmón declive. La explicación a este fenómeno es el desarrollo de atelectasias²⁴, que se distribuyen de menor a mayor, desde las regiones pulmonares proclives a las declives.

Desde entonces han sido numerosos los estudios que han demostrado la necesidad e importancia de manejar las atelectasias producidas durante

la anestesia general para minimizar las complicaciones pulmonares postoperatorias.

Por otro lado, el uso cada vez más extendido de los DSG y la aparición de modelos evolucionados con canales de aspiración gástrica que permiten ampliar el espectro de intervenciones donde estaría indicado su uso, hace que nos planteemos dar un paso más en la optimización de su uso.

En base a estas consideraciones, nos planteamos la siguiente hipótesis: en pacientes seleccionados sometidos a procedimientos quirúrgicos electivos (no urgentes) donde estuviera indicado el uso de DSG, sería posible aplicar MRA tanto durante el mantenimiento de la anestesia general, a fin de evitar posibles complicaciones pulmonares postoperatorias.

Para ello emplearíamos dos de los DSAG más ampliamente estudiados y conocidos disponibles en nuestro medio, LMA Proseal y LMA Supreme. Puesto que las características de ambos son similares, esperaríamos que se comportaran de forma parecida en cuanto a su facilidad de uso, correcta ventilación del paciente, protección de la vía aérea, incidencia de efectos adversos y dolor postoperatorio.

Respecto a la capacidad de realizar maniobras de reclutamiento alveolar con seguridad, nuestro estudio sería bastante novedoso, pues a día de hoy no hay nada publicado en este sentido. Se pretende con ello optimizar el uso de los DSG y aunar las ventajas que conllevan su uso con

las ventajas de realizar maniobras de reclutamiento alveolar durante la anestesia general, todo ello pensando en minimizar el riesgo de efectos secundarios en el paciente.

4. OBJETIVOS

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo principal

El objetivo fundamental de este estudio es valorar la eficacia y seguridad de los dispositivos supraglóticos con acceso gástrico (LMA Supreme y LMA Proseal como principales representantes de los mismos) para la realización de maniobras de reclutamiento alveolar durante la anestesia general en pacientes seleccionados.

4.2. Objetivos secundarios

- Comparar la facilidad de inserción entre los dos dispositivos.
- Comparar ambos dispositivos y valorar si ofrecen diferencias en cuanto a la eficacia de las maniobras de reclutamiento (si se consiguen mejores resultados con una u otra).
- Comparar si la capacidad ventilatoria (en términos de volumen y presión) ha sido similar con ambos dispositivos.
- Comparar ambos dispositivos en términos de sellado de la vía aérea, asociada a las maniobras de reclutamiento.
- Comparar la repercusión hemodinámica asociada a las maniobras

de reclutamiento con cada uno de los dispositivos.

- Valorar si han aparecido efectos adversos intraoperatorios relacionados con el uso de ambos DSG, y comparar si ha habido diferencias entre ellos.
- Comparar la aparición e intensidad del dolor de garganta postoperatorio en relación al uso de ambos dispositivos.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Diseño del estudio

Se trata de un estudio clínico controlado, prospectivo, con asignación aleatoria de uno de los dos DSG. Un solo investigador ha participado en el estudio. Así mismo, dicho investigador era el responsable tanto de la recogida de datos como de la realización de las MRA. Ni el paciente, ni los observadores del post-operatorio tenían conocimiento de qué dispositivo había sido empleado.

Este estudio obtuvo la aprobación por parte de la Comisión de Investigación y el Comité Ético del centro donde se realizó. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los pacientes incluidos en dicho estudio.

El presente trabajo se llevó a cabo con la colaboración del Servicio de Anestesiología del Hospital Sur de Alcorcón y la recogida de datos se realizó en el período comprendido entre Enero del 2012 y Noviembre del 2015.

5.2. Muestra del estudio

En este estudio se incluyeron 100 pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas programadas de más de 60 minutos de duración, en decúbito

supino, con mesa quirúrgica en posición horizontal, susceptibles de usar LMA para establecimiento y mantenimiento de la vía aérea, incluyendo tanto procedimientos que requerían ingreso hospitalario como intervenciones de cirugía ambulatoria.

5.3. Criterios de inclusión y exclusión

Para que la muestra fuera lo más homogénea posible y las características de los pacientes no interfirieran en el estudio, estos fueron los criterios de inclusión y exclusión de pacientes:

5.3.1 Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años de ambos sexos
- ASA I-III
- No obesos ($IMC \leq 30 \text{ Kg/m}^2$)
- Cirugía programada
- Intervenciones que requieran posición neutra de la mesa quirúrgica

5.3.2 Criterios de exclusión

- Menores de 18 años
- $ASA \geq IV$

- Obesos ($IMC > 30 \text{ Kg/m}^2$)
- Pacientes con patología respiratoria (excepto fumadores y pacientes asmáticos estables)
- Patología de la vía aérea
- Pacientes con 3 o más predictores de vía aérea difícil
- Cirugía urgente
- Intervenciones laparoscópicas
- Cualquier intervención que implique movimientos de la mesa respecto a la posición neutra horizontal

5.4. Aleatorización de pacientes

Distribuimos a los 100 pacientes incluidos en el estudio en dos grupos, dependiendo del dispositivo supraglótico empleado, según la siguiente distribución aleatoria:

- Grupo LMA-S: 53 pacientes en los que se utilizó una mascarilla laríngea Supreme para el abordaje y mantenimiento de la vía aérea.
- Grupo LMA-P: 47 pacientes en los que se utilizó una mascarilla laríngea Proseal para el abordaje y mantenimiento de la vía aérea.

La aleatorización de pacientes en cada uno de los grupos se realizó

mediante el uso de un programa informático diseñado para ese fin (EDGAR®, Experimental Design Generator And Randomiser, Norwich, Gran Bretaña).

5.5. Valoración Preadnestésica

Los pacientes incluidos en este estudio (según los criterios de inclusión y exclusión referidos previamente), fueron seleccionados en la consulta de evaluación preanestésica.

Durante la consulta de preanestesia se tuvieron en cuenta no sólo el tipo de intervención quirúrgica al que iba a ser sometido el paciente, sino también los antecedentes médicos, quirúrgicos y anestésicos. Se determinó el estado físico del paciente según la clasificación ASA y se revisaron las pruebas complementarias (analítica preoperatoria, electrocardiograma, radiografía simple de tórax antero-posterior, así como otras pruebas solicitadas tanto por el cirujano como por el servicio de anestesia). Por último, se realizó una exploración física general con registro de datos antropométricos, incluyendo IMC y valoración de la vía aérea.

5.5.1. Valoración de la vía aérea

Respecto a la valoración de la vía aérea, se tubo en especial

consideración, ya que la identificación de una vía aérea difícil suponía la exclusión del paciente del estudio. Para ello, se evaluaron los siguientes parámetros:

a) *Tipo de orofaringe*

Fue descrita por Mallampati en 1985^{211, 212} y modificada posteriormente por Samsoon y Young²¹³. Es una estimación de la relación entre el tamaño de la lengua y la capacidad de la orofaringe. Con el paciente sentado y con la cabeza en posición neutral, se le pide que abra la boca lo máximo posible y, a continuación, saque la lengua tanto como pueda. Según las estructuras que visualiza el observador se elabora la siguiente clasificación:

Clase I: visión paladar blando, úvula, pilares del velo del paladar y pared posterior de la faringe.

Clase II: visión del paladar blando, úvula y pared posterior de la faringe.

Clase III: visión del paladar blando y base de la lengua.

Clase IV: visión del paladar duro.

La importancia de este test reside en la correlación que existe entre clase de orofaringe y la visibilidad laringoscópica, y entre clase de orofaringe e intubación difícil. Sin embargo, en la práctica, esta

prueba tiene muchas limitaciones, por lo que es fundamental analizar otros parámetros.

b) Movilidad de la articulación atlanto-occipital

Los ejes de la boca, faringe y laringe tienden a alinearse cuando extendemos la articulación atlanto-occipital y elevamos la nuca (25-35°) sobre una almohada (“posición de olfateo”). El primer movimiento alinea los ejes faríngeo y oral y el segundo, alinea los ejes faríngeo y laríngeo. Este movimiento de la cabeza sobre la nuca es posible gracias a que el atlas dispone de una apófisis rudimentaria; sin embargo el cuello corto y musculoso o una espinosa de C1 prominente entorpecen este movimiento. La medición del ángulo formado por la línea horizontal y la línea que une los incisivos con el atlas debe oscilar entre los 25-35° (hiperextensión del cuello). Una distancia menor de 25° es sugerente de intubación difícil.

c) Espacio interdental

Con la boca abierta al máximo y ligera extensión cefálica se mide en la línea media la distancia interincisiva (o la distancia entre el borde de oclusión de las encías, en el paciente edentado). En el adulto normal suele ser de 3-4 cm; si es menor de 2 cm posiblemente se trate de una vía aérea difícil²¹⁴. Debe ser superior a 2 cm para poder introducir el laringoscopio²¹⁵ y superior a 2,5 cm

para la introducción de una LMA.

d) Distancia tiromentoniana (o Test de Patil)

Es la distancia entre el mentón y el borde inferior del cartílago tiroideos. Se mide con el cuello del paciente en máxima extensión y la boca cerrada²¹⁶. Si esta distancia es menor de 6.5 cm es posible que nos encontremos ante una vía aérea difícil²¹⁷.

e) Test de la mordida del labio superior²¹⁸

Este test se basa en la importancia que tiene para la visión laringoscópica la libertad del movimiento mandibular y la arquitectura de los dientes. Parece ser un test más objetivo que otros a la hora de la evaluación por parte del observador. Se le pide al paciente que muerda con su dentadura inferior el labio superior y se divide en tres clases:

Clase I: los incisivos inferiores muerden el labio superior dejando la mucosa del labio superior completamente invisible.

Clase II: Visión parcial de la mucosa.

Clase III: los incisivos inferiores no pueden morder el labio superior. Este tipo de mordida clase III se relaciona con posible intubación difícil.

5.5.2. Pruebas complementarias

Las pruebas complementarias que se solicitan y valoran en la consulta de preanestesia de manera rutinaria son:

- Analítica completa: bioquímica, hemograma y estudio de coagulación.
- Electrocardiograma.
- Radiografía simple de tórax anteroposterior.

Además se evaluaron otras pruebas de imagen solicitadas por los cirujanos así como pruebas de valoración cardiológica (ecocardiografía transtorácica) o pulmonar (pruebas de función respiratoria) solicitadas por nuestra parte.

Finalmente se informó a los pacientes de la existencia y naturaleza de este estudio, invitándoles a participar en el mismo. En caso de querer participar, firmaron un consentimiento informado donde también se alude a dicho estudio y a la utilización de los datos obtenidos en el mismo con fines científicos.

5.6. Acto anestésico

5.6.1. Preparación del paciente

Cuando el paciente llega al antequirófano se realizan las comprobaciones

rutinarias previas a la cirugía como son: nombre, cirugía que se va a realizar, alergias, medicación habitual, horas de ayuno, necesidad de sangre (según cirugía), etc.

A continuación el paciente pasa a quirófano y se realiza el “check list” de seguridad, tras lo cual se monitoriza al paciente con: pulsioximetría, electrocardiograma, presión arterial no invasiva, BIS y monitorización de la relajación muscular mediante neuroestimulador (TOF-Watch®, Organon Ltd, Dublín, Irlanda). Además se coloca manta de calentamiento así como sistema de calentador de fluidos.

5.6.2. Inducción anestésica

El paciente se coloca en decúbito supino sobre la mesa de quirófano y se procede a su preoxigenación con O₂ al 100% a través de mascarilla facial durante 3-5 minutos y administración de midazolam 1-2 mg. Además se inicia en este momento una perfusión continua de remifentanilo a 0,15 µg/kg/min.

Tras la preoxigenación, se procede a la inducción anestésica. Se administra propofol a dosis de 2 mg/kg y se mantiene la perfusión de remifentanilo. Se relaja al paciente con rocuronio 0,6 mg/kg. Ventilamos al paciente manualmente, hasta alcanzar un BIS \leq 60 y un TOF de 0 respuestas. En ese momento procedemos a la inserción del DSG.

Previamente sabemos, gracias al programa informático de aleatorización, qué dispositivo vamos a emplear. En cuanto a la elección del tamaño del

DSG adecuado para cada paciente, seguimos las recomendaciones del fabricante adaptadas al peso. Se comprueba la integridad del DSG y de su manguito y posteriormente, se lubrica y se desinfla.

Se coloca la cabeza del paciente en posición de semi-olfateo y se procede a la colocación del dispositivo. En los casos en los que había dificultad para la inserción del dispositivo, se realizaron pequeños movimientos rotacionales del mismo para facilitar su correcta ubicación. Una vez colocada la mascarilla, se procede al inflado del manguito con aire hasta alcanzar una presión en su interior de 60 cmH₂O (esta presión se comprueba gracias a un manómetro manual, Ambu® Cuff Pressure Gauge, Ballerup, Dinamarca).

5.6.3. Manejo intraoperatorio

a) Ventilación

Se conecta la mascarilla a un sistema circular cerrado de ventilación, con una línea de capnografía que permite analizar los gases. Se ajustan los parámetros ventilatorios del respirador: ventilación mecánica en modo volumen-control, volumen tidal inspirado 6-8 ml/kg, frecuencia respiratoria 12-14 respiraciones/min, F_iO₂ 0.40 (mezcla con aire), relación I:E = 1:2 y flujo de gas fresco de 2 l/min.

Se comprueba que la ventilación es efectiva, tanto clínicamente, mediante auscultación y visualización de movimientos toracoabdominales normales, como mediante la capnografía, con valores de CO₂ espirado

(EtCO₂) entre 30-45 mmHg y un volumen tidal acorde al fijado previamente.

Si la ventilación no resultaba efectiva (ausencia de capnografía, no auscultación de murmullo vesicular, no movimientos torácicos) se procedía a extraer el DSG y reinsertarlo, no sin antes modificar alguno o varios elementos (recolocación de la cabeza del paciente, cambiar el tamaño del dispositivo, profundizar la hipnosis del paciente, etc.). Si tras un segundo intento de inserción la ventilación continuaba siendo inefectiva, se realizaba un tercer intento, siguiendo los pasos descritos anteriormente. Tres intentos de colocación del DSG con ventilación inefectiva hacía que se considerara la inserción fallida, en cuyo caso se procedería a la IOT del paciente con laringoscopio convencional.

Una vez insertado el DSG, se procede a lubricar el canal de aspiración gástrica con gel hidrosoluble. Con esto conseguimos por un lado objetivar si hay fuga de aire del dispositivo (si aparecen burbujas en el canal de aspiración gástrico con la ventilación mecánica, significa que el sellado de la mascarilla es deficiente) y por otra, facilitar la colocación de la sonda de aspiración gástrica a través de dicho canal.

En el caso de que la ventilación mecánica fuera efectiva pero no óptima, se definió el concepto de ventilación subóptima, cuando el volumen tidal espirado no alcanzaba los 6ml/kg o los valores de EtCO₂ eran mayores de 45 mmHg. En esos casos se procedía al desinflado del manguito y recolocación de la mascarilla mediante pequeños movimientos de avance

y retroceso o movimientos laterales. Si a pesar de ello, la ventilación continuaba siendo subóptima, se consideraba ventilación fallida y se procedía a la IOT del paciente.

Una vez tenemos el DSG correctamente colocado y ventilando de manera óptima al paciente, procedemos a realizar la medición de la presión de sellado orofaríngeo (PSOF). Para ello utilizamos el método manométrico descrito por Keller y colaboradores²¹⁹. Con este método lo que hacemos es cerrar completamente la válvula liberadora de presión (válvula APL) a un flujo de gas constante de 3 l/min y esperar a que la presión pico (Pva-pc) en la vía aérea vaya subiendo hasta alcanzar un punto de equilibrio, donde se rompe el sellado orofaríngeo y empieza a fugar, escuchando un sonido de fuga de aire en la boca del paciente. En ese momento se anota la Pva-pc que se muestra en el respirador (en cmH₂O), siendo este valor la PSOF. Si bien, para mantener la seguridad del paciente y evitar un posible barotrauma, la PSOF se limitó a 40 cmH₂O. Si en algún caso la medición de la PSOF ascendía por encima de ese valor, se abría la válvula liberadora de presión y se anotaba dicha presión máxima permitida.

En este momento, conociendo el valor de la PSOF y el valor de la Pva-pc, procedemos a calcular nuestro *margen de seguridad de presión* (MSP), siendo éste la diferencia de presión existente entre la presión soportada por el DSAG en situación basal con la máxima presión que puede soportar durante el reclutamiento antes de romper el sellado de la vía aérea.

b) Mantenimiento anestésico

Se realiza con sevoflurane 2% inspirado y O₂/aire al 50%. Además mantenemos una perfusión continua de remifentanilo entre 0,1 – 0,5 µg/kg/min según necesidades del paciente. La relajación, monitorizada mediante el neuroestimulador, se mantiene con rocuronio (dosis de repetición 0,2 mg/kg), para conseguir un bloqueo profundo (TOF = 0).

La máquina de anestesia empleada para la ventilación mecánica fue un Dräger Primus® (Drägerwerk AG & Co. KGaA. Lübeck, Alemania). Los parámetros ventilatorios, como detallamos previamente, fueron volumen tidal inspirado 6-8 ml/kg, frecuencia respiratoria 12-14 respiraciones/minuto, F_iO₂ 0.40 (mezcla con aire), relación I:E = 1:2 y flujo de gas fresco de 2 l/min. Se monitorizaron de manera continua diversos valores, tanto respiratorios como hemodinámicos.

Algoritmo de reclutamiento alveolar:

1. Una vez colocado el DSAG correctamente, se calcula la complianza efectiva estática y dinámica (CeE y CeD) y se recogen las variables generales, a saber, volumen tidal espirado (V_{Te}), presión pico en vía aérea (Pva-pc), presión meseta en vía aérea (Pva-ms), presión arterial media (PAM), saturación de oxígeno (SpO₂), dióxido de carbono espirado (EtCO₂), PEEP intrínseca (PEEP_i). Añadimos PEEP +5 cmH₂O.
2. A los 30 minutos tras el inicio de la cirugía, volvemos a tomar registro de todos los valores previamente citados, y a

continuación comenzamos a subir la PEEP (partíamos de PEEP +5 cmH₂O) progresivamente, hasta que la Pva-pc alcanza la PSOF. Si la PAS <80, la PAD <50 y/o PAM <60, no continuamos aumentando PEEP; si se detecta fuga en el SOF no continuamos aumentando PEEP (manteniendo la máxima PEEP admisible sin fuga). Registramos cuál es la PEEP que se consigue instaurar y si se alcanza la PSOF (en caso de no alcanzar la PSOF, especificamos el motivo: repercusión hemodinámica, fugas, otros). Mantenemos entonces esa PEEP durante 5 minutos (si no es posible, la reducimos, especificando el motivo). Tras finalizar ese tiempo de reclutamiento, registramos de nuevo todas las variables y volvemos a los parámetros ventilatorios iniciales con PEEP + 5 cmH₂O.

3. Transcurridos 15 minutos de las maniobras de reclutamiento, volvemos a repetir todo el proceso, con las mismas premisas y volvemos a registrar todos los valores. Y así sucesivamente hasta la finalización de la cirugía.

c) Educción y recuperación post-anestésica

Cuando finaliza la intervención quirúrgica, procedemos a despertar al paciente. Aseguramos previamente una recuperación total del bloqueo neuromuscular (TOF=4), revirtiendo la curarización si es preciso con neostigmina 0,04mg/kg y atropina 20µg/kg iv. Cuando el paciente recupera la ventilación espontánea y responde a órdenes verbales,

procedemos a retirar el DSAG.

Una vez el paciente se encuentra en la Unidad de Reanimación Postanestésica (URPA), y transcurridos 60 minutos de la finalización de la cirugía, se interroga al paciente si presenta dolor de garganta, según una escala visual analógica (EVA).

5.7. Variables estudiadas

La recogida de los resultados de las variables de cada uno de los pacientes se llevó a cabo mediante su anotación en una hoja de registro de datos diseñada expresamente para este estudio.

5.7.1. Variables generales

Hacen referencia a los datos antropométricos del paciente (sexo, edad, peso, altura, IMC), la valoración del estado físico preoperatorio del paciente (según la American Society of Anesthesiologists, ASA, valora el riesgo perioperatorio del paciente), si es fumador o no lo es y el tiempo tanto de anestesia general como de la intervención quirúrgica.

5.7.2. Variables relacionadas con la ventilación

Son todas aquellas variables relacionadas con el manejo ventilatorio del paciente, desde la SpO₂ basal hasta el número de intentos de colocación

del DSAG. Además se recogen las siguientes variables: PSOF, V_{Te} , Pva-pc, Pva-ms, PAM, PAS, PAD, PEEP, SpO_2 , $EtCO_2$, CeE, C_eD .

Todas estas variables son fundamentales para evaluar la eficacia y seguridad de las maniobras de reclutamiento con los DSAG.

5.7.3. Variables relacionadas con la aparición de efectos adversos

Como efectos adversos consideramos, en el intraoperatorio, la aparición de tos, estridor laríngeo, laringoespasmo o broncoespasmo, episodios de hipoxia (objetivando $SpO_2 < 90\%$) y presencia de sangre al retirar el DSAG.

En el postoperatorio inmediato valoramos la aparición o no de dolor de garganta, como consecuencia del uso del DSAG. Para ello, el anestesiólogo responsable de la URPA, y que desconoce el DSAG utilizado, es el que interroga al paciente y recoge dichos datos.

5.8. Estudio estadístico

5.8.1. Tamaño de la muestra

No se calculó formalmente el tamaño muestral necesario para este estudio; el motivo fundamental fue que no encontramos trabajos similares que sirvieran de base para calcular esta cifra. No existen en la literatura

valores de referencia para nuestras variables principales de ventilación (SpO_2 y complianzas) calculados para estos DSG en condiciones de reclutamiento alveolar. Por lo tanto, se hizo una estimación del tamaño muestral siguiendo el asesoramiento estadístico especializado recibido para este trabajo y en base a un valor N medio habitual en estudios clínicos con LMA, fijando dicho N en 100 pacientes. También se tuvo en cuenta el grado de dificultad a la hora de reclutar pacientes debido a los estrictos criterios de inclusión del estudio.

5.8.2. *Análisis estadístico*

Los datos recogidos fueron importados con el paquete para análisis estadístico STATA 13 y guardados en un fichero con formato de Stata. Para estudiar los datos que hemos recogido realizamos, en primer lugar, un análisis descriptivo de las variables más relevantes. Posteriormente especificamos y estimamos un modelo matemático para analizar datos longitudinales (medidas repetidas) de las variables objeto del estudio: SpO_2 , CeE y CeD. Cada una de éstas variables fueron medidas en cuatro ocasiones: basal, PEEP + 5 cmH_2O , PEEP máxima y tras reclutamiento. Por último, se realizaron las pruebas diagnósticas de los modelos, se calcularon sus predicciones y se interpretaron sus resultados. A continuación se expone con mayor detalle las técnicas estadísticas empleadas en cada caso.

a) Análisis descriptivo y comparaciones entre grupos

Las variables de tipo categórico (dicotómicas y ordinales) se describieron utilizando tablas de frecuencias absolutas y relativas para los análisis univariantes, así como gráficos de sectores. Se realizó también la descriptiva de dichas variables por grupo en función del dispositivo utilizado (LMA Proseal y LMA Supreme). Para ello se utilizaron tablas cruzadas (2x2 y 3x2) y se estimó la asociación entre ambas variables (la analizada y el dispositivo) utilizando la χ^2 de Pearson. Los resultados fueron representados gráficamente utilizando pares de sectores (un gráfico por cada grupo).

En las tablas de contingencia de cada una de estas variables, aparecen la frecuencia y porcentaje de cada categoría. De esta forma se analizaron las variables de número de intentos de colocación, PEEP máxima (si/no) y efectos adversos (tos, broncoaspiración/ estridor laríngeo/ laringoespasmo / broncoespasmo, episodios de hipoxia, presencia de sangre al retirar el DSG).

Las distribuciones de las variables continuas se describieron utilizando estadísticos como la media (con su EE y sus IC 95%), la DE y los percentiles y gráficos como histogramas y gráficos de caja y bigotes (box-plot). Se valoró si la distribución era normal utilizando la prueba de normalidad basada en el análisis de la asimetría y el apuntamiento (curtosis) y gráficos q-normales. También procedimos a categorizar las variables agrupando sus valores en rangos para, posteriormente,

construir su tabla de frecuencias absolutas y relativas por rango. Finalmente, describimos y comparamos las distribuciones de las variables de interés por grupo (LMA Proseal y LMA Supreme, no sólo para la edad, también por sexo). Para describirlas, estimamos los estadísticos descriptivos de la distribución de la variable (medias, DE, percentiles, etc.) para cada grupo. Para comparar las distribuciones entre los dos grupos utilizamos la prueba t de Student (para comprobar la igualdad de las medias) habiendo comprobado, previamente, si se cumplían los requisitos de normalidad y homogeneidad de las varianzas (en caso negativo se realizaron los ajustes correspondientes). También se utilizó la prueba no paramétrica de la suma de rangos de Wilcoxon (también llamada prueba de Mann-Whitney).

El resto de variables cuantitativas las describimos mediante el análisis, sus medidas de centralización y dispersión (expresándose su media, desviación estándar, límites del intervalo de confianza para la media al 95% y rango). Puesto que las variables cuantitativas presentaban una distribución normal, se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA) unifactorial para determinar la significación estadística.

Se analizaron de esta forma las siguientes variables: tiempo anestésico, tiempo quirúrgico, V_{Te} , TS, Pva-pc, Pva-ms, EtCO₂, PEEP intrínseca, valor PEEP alcanzado, PAM (repercusión hemodinámica).

b) Modelo matemático

Estructura de los datos

Se realizó un análisis previo de la estructura de los datos. En primer lugar, teníamos dos grupos (en función del dispositivo utilizado) que deseábamos comparar: LMA Proseal y LMA Supreme.

Las variables objeto del estudio (SpO_2 , CeE y CeD) fueron medidas (observadas) en 4 momentos específicos a lo largo del tiempo (fases del reclutamiento), a saber: basal, +5 PEEP, PEEP máxima y tras reclutamiento. Dichas medidas representaban observaciones repetidas de la misma variable en diferentes momentos (y circunstancias) y en el mismo paciente.

Entre las cuatro medidas de un mismo paciente ha de existir, necesariamente, una covarianza (correlación) causada por factores comunes a las cuatro (las características específicas propias de cada sujeto). Dicha covarianza será la causa de que las 4 medidas de un mismo sujeto se parezcan (en mayor o menor medida) entre sí a la vez que se diferenciarán, en igual medida, de las observaciones realizadas, en el mismo instante, en otro sujeto.

Todo lo que hemos narrado está representado en la figura 1.

Especificación del modelo matemático

De la estructura de los datos analizada anteriormente, deducimos que habrá unos efectos aleatorios (EA) por sujeto (de causa no observada o latente). Además, esperábamos encontrar diferencias entre las 4 medidas de un mismo sujeto (intra-sujeto) debidas a causas que podrían variar entre las ocasiones en que fueron medidas. Estos serían efectos fijos (EF) asociados a los diferentes instantes en que se midieron. También incluimos en el modelo el IMC como covariable con efectos fijos porque era razonable pensar que la misma pudiera afectar también a las observaciones. Al incluir IMC como covariable (EF) la excluimos de los EA (diferencias entre sujetos).

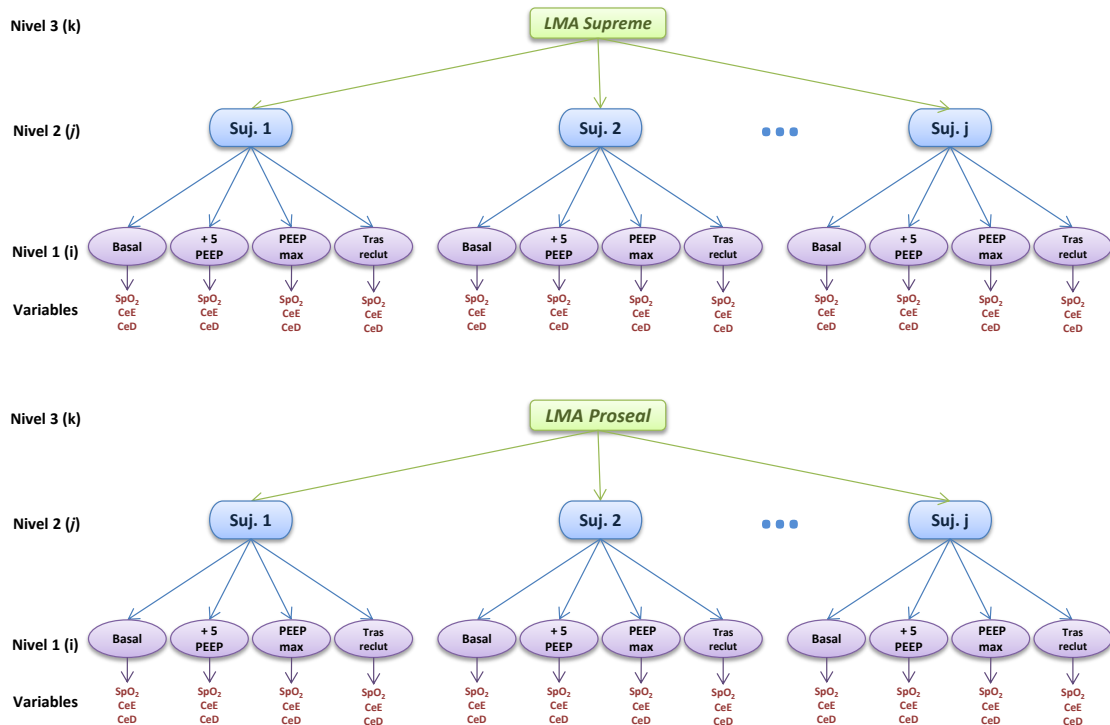


Figura 1. Estructura de los datos.

Se especificó, por lo tanto, un modelo longitudinal mixto con efectos fijos (asociados con las diferentes fases del reclutamiento y con el IMC) y efectos aleatorios (diferencias entre sujetos) para cada una de las variables estudiadas: spO_2 , Ce estática y Ce dinámica.

Inicialmente, se incluyó también como covariable el tipo de dispositivo empleado. Sin embargo, no encontramos ningún efecto (diferencias entre grupos) para esta covariable con este modelo. Por ello, decidimos simplificar el modelo siguiendo el principio de parsimonia.

La fórmula para dicho modelo era la siguiente:

$$y_{ij} = \beta_0 + \zeta_j + \beta_1 T_i + \beta_2 IMC + \epsilon_{ijk}$$

Es decir, cada valor (de la variable de interés) observado en un sujeto (j) y un instante (i) sería igual a la suma de los EF por ocasión e IMC ($\beta_1 T_i + \beta_2 IMC$) más los EA. Estos últimos representan en nuestro modelo una intersección aleatoria por sujeto ($\beta_0 + \zeta_j$) que podemos interpretar como la media de las medidas basales de todos los sujetos de la muestra si el IMC no tuviera ningún efecto sobre ellas más las diferencias entre sujetos. A éstos términos se suma uno más que representa el error residual, es decir, la varianza no explicada por el modelo y que se relaciona ya sea con errores en las medidas o con otras causas que pudieran afectar a los valores de la variable de interés. Este error también constituye una variable latente (no observada).

Estimación, diagnósticos, predicciones e interpretación del modelo

Se realizaron previamente análisis y gráficos descriptivos de la evolución de las variables de interés teniendo en cuenta la estructura longitudinal de los datos.

Posteriormente, se estimaron los coeficientes para los efectos fijos y DE (o varianzas) para los EA. Se realizaron pruebas del ajuste global del modelo a los datos utilizando la prueba χ^2 de Wald. Y para los coeficientes de los EF se estimaron sus EE y se calcularon los correspondientes valores-p e IC 95%. Para los EA también se calcularon sus EE y sus IC 95%.

Como ya hemos indicado, se comprobó inicialmente que no había diferencias significativas globales entre ambos grupos (LMA-Proseal y LMA-Supreme). No obstante, se hicieron tres estimaciones de cada modelo, una para toda la muestra y otra para cada uno de los grupos, con la intención de poder comparar los efectos encontrados para cada grupo con mayor detalle.

Para analizar e interpretar los resultados obtenidos del modelo, calculamos el Coeficiente de determinación (R^2) y los componentes de la varianza; es decir, qué proporciones de la varianza de la variable dependiente se asocian con efectos fijos, con EA o con el error residual. El valor del Coeficiente de determinación (R^2) representa la proporción de la

varianza (de la variable de interés) explicada por (causada o relacionada con) los efectos fijos (fases del rescate e IMC).

Finalmente, calculamos las predicciones del modelo y las comparamos gráficamente con los valores observados para cada variable de interés, cada sujeto y cada fase del rescate.

6. RESULTADOS

6. RESULTADOS

6.1. Descripción de la muestra: Variables Generales

El análisis estadístico de las variables antropométricas, de valoración del estado físico preoperatorio de los pacientes y de los tiempos anestésicos y quirúrgicos, revelaron que los grupos son bastante homogéneos y por lo tanto comparables, pues no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en estas variables. Detallamos a continuación los resultados para cada una de las variables.

6.1.1. *Dispositivo*

<u>Dispositivo supraglótico</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>%</u>
LMA-Proseal	47	47
LMA-Supreme	53	53
Total	100	100

Dispositivos supraglóticos

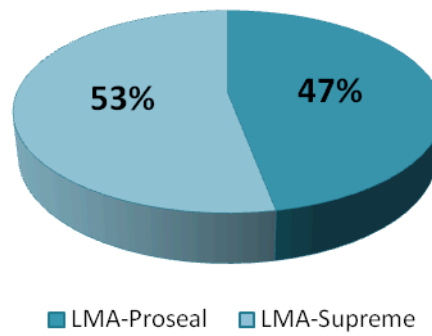


Tabla 6.1. y Figura 6.1: Análisis descriptivo del tipo de dispositivo.

6.1.2. Sexo

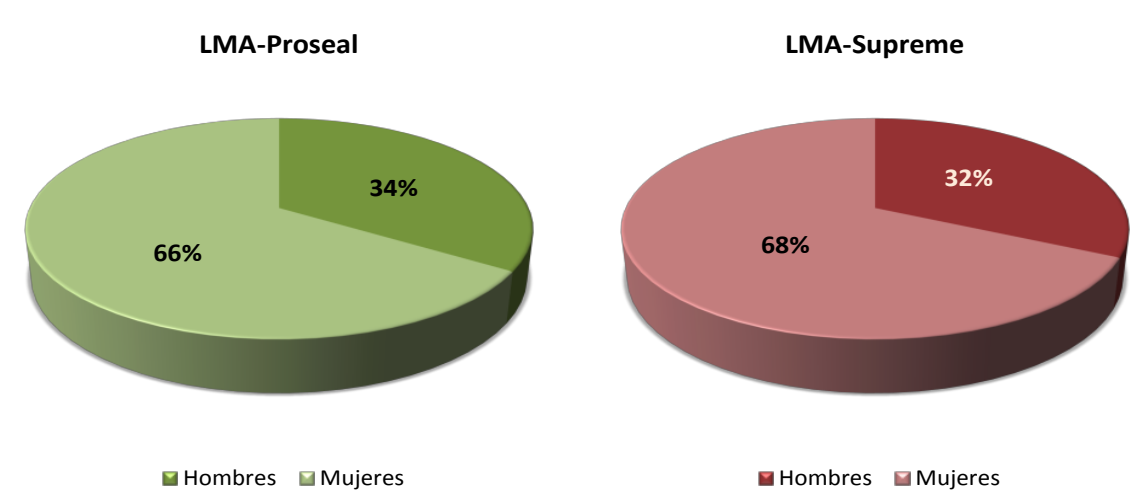
Distribución de la muestra total

<u>Sexo</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>%</u>
Hombres	33	33
Mujeres	67	67
Total	100	100

Distribuciones por dispositivo

<u>Sexo</u>	<u>LMA-Proseal</u>	<u>LMA-Supreme</u>	<u>Total</u>
Hombres	16 (34%)	17 (32%)	33 (33%)
Mujeres	31 (66%)	36 (68%)	67 (67%)
Total	47 (100%)	53 (100%)	100 (100%)

No encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en la distribución del género [χ^2 de Pearson = 0,04; p = 0,835].

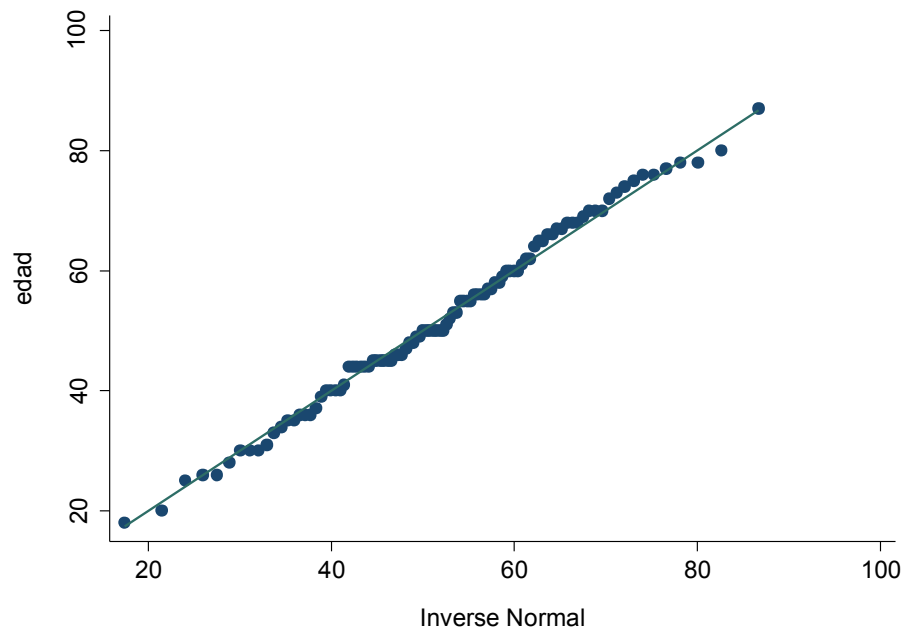


Tablas 6.2, 6.3 y Figura 6.2: Análisis descriptivo del sexo.

6.1.3. Edad

La edad seguía una distribución normal (p=0,43) en el conjunto de la muestra con media en 52,02 años y DE de 14,87.

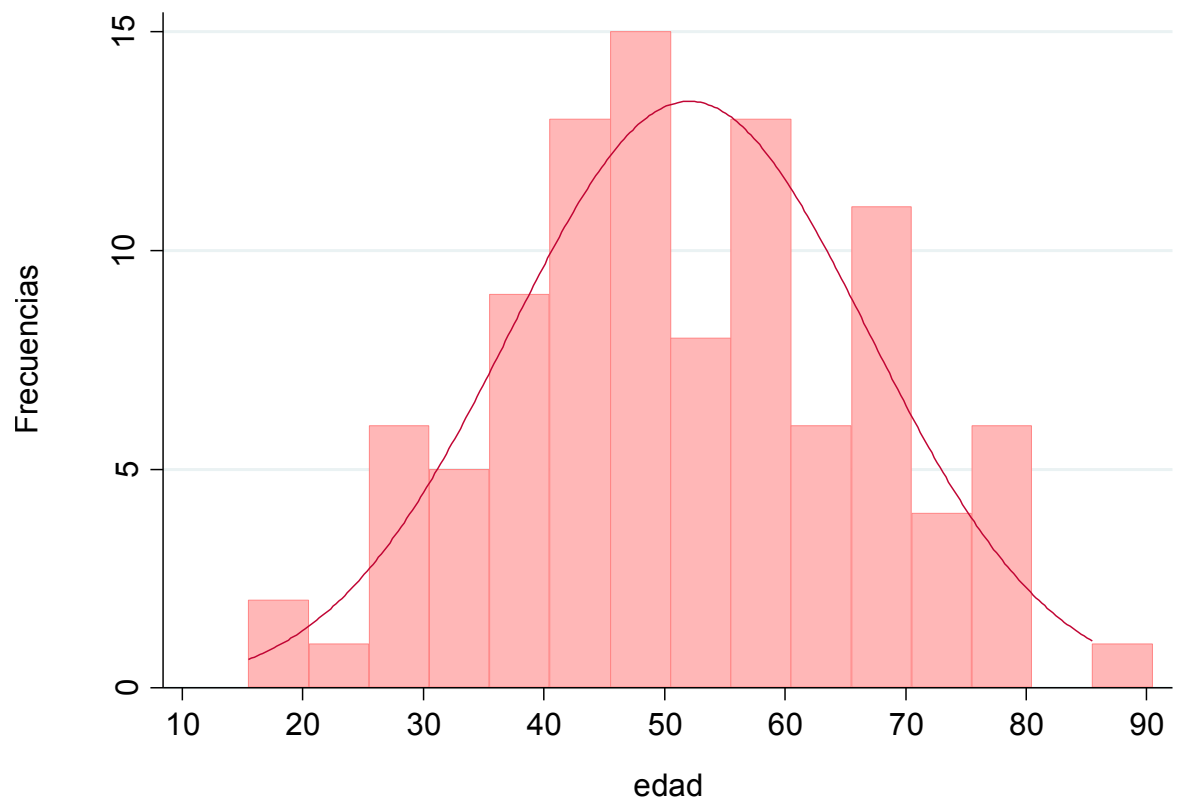
	N	Media	DE	EE de la media	-IC95%	+IC95%
Edad	100	52,05	14,9	1,49	49,1	55,0



Percentiles										
Min	1%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%	Max
18	19	27	32	44	50	63	72,5	76,5	83,5	87

Tablas 6.4, 6.5 y Figura 6.3: Análisis descriptivo y distribución de la edad.

<u>Edad</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>%</u>	<u>% acumulado</u>
<20	1	1,00	1,00
20-25	1	1,00	2,00
25-30	4	4,00	6,00
30-35	6	6,00	12,00
35-40	7	7,00	19,00
40-45	11	11,00	30,00
45-50	14	14,00	44,00
50-55	11	11,00	55,00
55-60	13	13,00	68,00
60-65	8	8,00	76,00
65-70	10	10,00	86,00
70-75	6	6,00	92,00
75-80	6	6,00	98,00
>=80	2	2,00	100,00
Total	100	100,00	



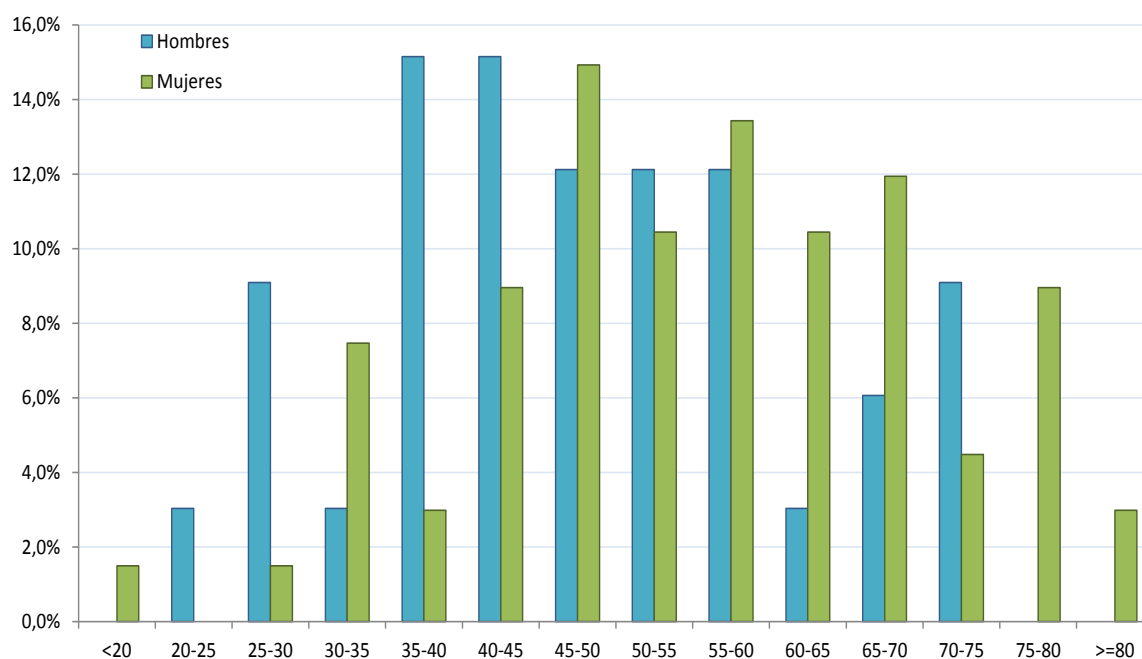
Tablas 6.6 y Figura 6.4: Distribución de la muestra por franjas de edad

6.1.4. Edad y Sexo

Se analizaron estas dos variables conjuntamente para ver si existía relación estadística entre ambas y encontramos una diferencia de 8,3 años (IC95%: 2,2; 14,4) entre la edad media de hombres y mujeres; la edad era mayor en éstas últimas. Esta diferencia resultó ser estadísticamente significativa ($p < 0,01$).

Distribución de la muestra total

<u>sexo</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>mediana</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+IC95%</u>
Hombres	33	46,5	13,9	20	36	45	55	72	41,6	51,5
Mujeres	67	54,8	14,7	18	45	55	66	87	51,2	58,4
Toda la muestra	100	52,1	14,8721	18	44	50	63	87	49,1	55,0



Distribuciones por dispositivo

Las distribuciones por edad eran muy parecidas en ambos grupos.

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+IC95%</u>
LMA-Proseal	47	50,2	15,1	18	40	50	60	87	45,7	54,6
LMA-Supreme	53	53,7	14,6	20	45	55	65	78	49,7	57,8
Toda la muestra	100	52,1	14,9	18	44	50	63	87	49,1	55,0

Tablas 6.7, 6.8 y Figura 6.5: análisis entre edad y sexo en la muestra global, por franjas de edad y por dispositivo.

Realizamos una prueba t de Student (con varianzas homogéneas) para comparar ambos grupos. Antes comprobamos que existía homogeneidad de las varianzas ($p = 0,82$). Había una diferencia de 3,6 años en la edad entre ambos grupos (mayor en LMA-Supreme) pero no era estadísticamente significativa ($p = 0,24$).

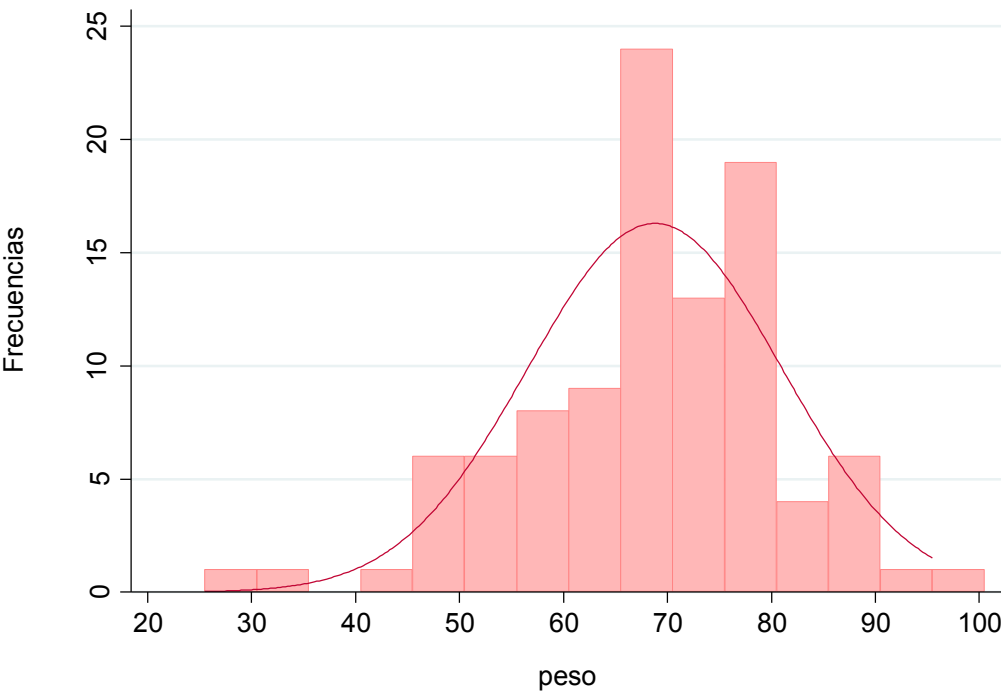
6.1.5. Peso

La distribución de la variable peso fue no normal ($p < 0,05$) y no simétrica, sin que esto tenga mayor transcendencia para el estudio.

Distribución de la muestra total

	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>DE</u>	<u>EE de la</u> <u>media</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+IC95%</u>
Peso	100	68,8	12,2	1,2	66,4	71,2

Percentiles										
Min	1%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%	Max
28	29,5	49	52	62	70	77	81	88,5	94,5	97



Tablas 6.9, 6.10 y figura 6.6: análisis del peso en la muestra global y por franjas de peso

Distribuciones por dispositivo

Realizamos una prueba t de Student con varianzas no homogéneas, encontrando una diferencia de 5,1 kg (IC95%: 0,16; 10,01) y estadísticamente significativa.

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+IC95%</u>
LMA-Proseal	47	66,1	14,5	28	55	68	77	97	61,8	70,4
LMA-Supreme	53	71,2	9,3	50	66	70	77	92	68,6	73,7
Toda la muestra	100	68,8	12,3	28	62	70	77	97	66,4	71,2

Tabla 6.11: análisis del peso por dispositivo

En general las mujeres suelen pesar menos que los hombres, en concreto en nuestra muestra pesaban 11,2 Kg menos (diferencia significativa con $p < 0,001$). Como vimos, no había diferencias significativas en las distribuciones de sexo por dispositivo, por lo tanto, en este caso, el sexo no actuaría como un factor de confusión.

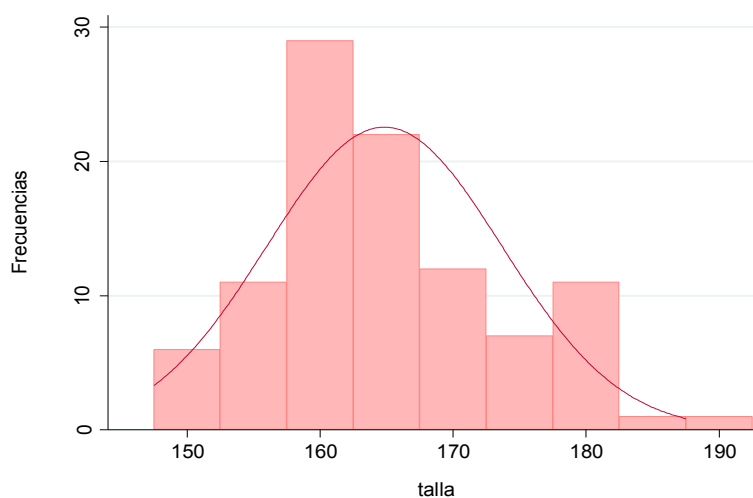
6.1.6. Talla

La variable talla presentó una distribución normal ($p= 0,073$).

Distribución de la muestra total

	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>DE</u>	<u>EE de la</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+IC95%</u>
				<u>media</u>		
Talla	100	164,8	8,8	0,88	163,1	166,6

Percentiles										
Min	1%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%	Max
150	150	151	154	160	163	170	178,5	181	187,5	189



Tablas 6.12-6.13 y Figura 6.7: análisis de la talla en la muestra global, por franjas de altura

Distribuciones por dispositivo

No encontramos una diferencia estadísticamente significativa (diferencia de 0,32 cm con $p = 0,86$) entre ambos grupos según el tipo de dispositivo.

Dispositivo	n	Media	DE	min	p25	p50	p75	max	IC95%	+IC95%
LMA-Proseal	47	165,0	8,6	150	160	163	170	186	162,5	167,5
LMA-Supreme	53	164,7	9,1	150	160	163	170	189	162,2	167,2
Toda la muestra	100	164,8	8,8	150	160	163	170	189	163,1	166,5

Tablas 6.14: análisis de la talla por dispositivo.

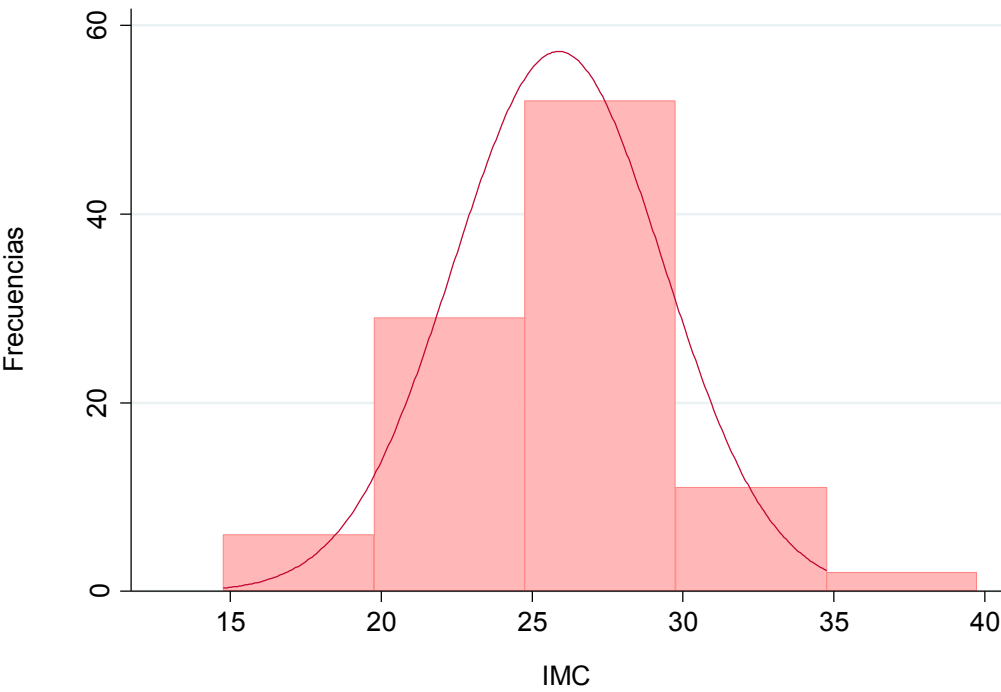
6.1.7. IMC

La distribución de la variable IMC también fue normal ($p = 0,69$).

Distribución de la muestra total

	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>DE</u>	<u>EE de la</u> <u>media</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+IC95%</u>
IMC	100	25,9	3,5	0,35	25,2	26,6

Percentiles										
Min	1%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%	Max
17,3	17,7	19,3	21,3	24,3	25,8	27,9	30,0	30,9	34,9	34,9



Distribuciones por dispositivo

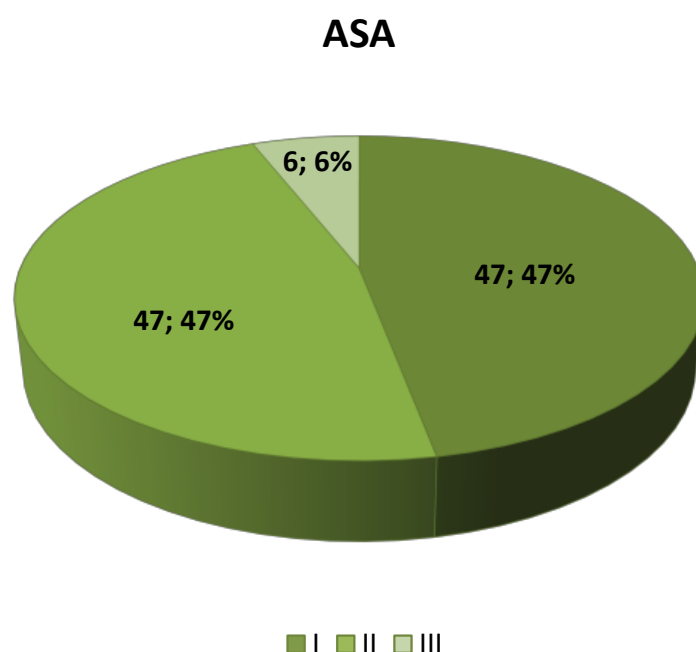
No encontramos diferencias estadísticamente significativas (diferencia de $-0,9 \text{ kg/m}^2$ con $p = 0,23$) entre ambos grupos por tipo de dispositivo para el IMC.

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+IC95%</u>
LMA-Proseal	47	25,4	4,1	17,3	22,6	25,8	27,7	34,9	24,2	26,6
LMA-Supreme	53	26,3	2,8	19,5	24,5	25,8	28,7	33,5	25,5	27,1
Toda la muestra	100	25,9	3,5	17,3	24,3	25,8	27,9	34,9	25,2	26,6

Tablas 6.15-6.17 y Figura 6.8: análisis del IMC en la muestra global, por franjas de valores de IMC y por dispositivo.

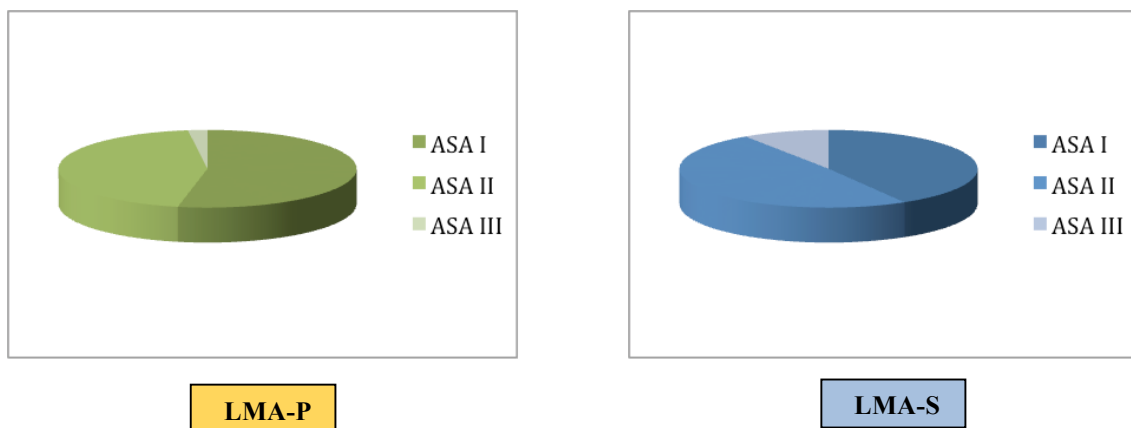
6.1.8. ASA

<u>ASA</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>%</u>
1	47	47,00
2	47	47,00
3	6	6,00
Total	100	100,00



<u>ASA</u>	<u>LMA-Proseal</u>	<u>LMA-Supreme</u>	<u>Total</u>
I	25	22	47
	53,2%	41,5%	47,0%
II	21	26	47
	44,7%	49,1%	47,0%
III	1	5	6
	2,1%	9,4%	6,0%
Total	47	53	100
	100,0%	100,0%	100,0%

Como podemos ver, la gran mayoría de los pacientes eran ASA grupos I y II (94% del total). No encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el nivel del estado ASA [χ^2 de Pearson = 0,04; p = 0,219].



Tablas 6.18-6.19 y Figuras 6.9-6.10: análisis del ASA en la muestra global y por dispositivo.

6.1.9. Otras variables generales

El resto de variables generales: tipo de intervención, t de anestesia y t de cirugía, se describen a continuación. En el caso de las variables de tiempo, fueron analizadas con el test ANOVA de un factor. Detallamos en estos casos: media, desviación estándar, límites del intervalo de confianza para la media al 95%, rango y significación estadística/valor de p (Tablas 6.20-6.22).

No se encontraron diferencias significativas en ninguna de estas variables entre los grupos a estudio.

a) Tipo de intervención quirúrgica

A continuación, se muestra el tipo de intervención realizada a los pacientes en la muestra y por grupos según el dispositivo empleado. Como muestran los datos, los grupos son muy homogéneos y comparables en cuanto a esta variable (Tabla 6.20).

Observamos, que más de la mitad de las intervenciones quirúrgicas realizadas fueron cirugía de mama con o sin vaciamiento axilar (55% del total de procedimientos), seguido de procedimientos de cirugía ortopédica y traumatológica (35%). Finalmente, encontramos otros procedimientos que fueron minoritarios en cuanto a su número: estudios electrofisiológicos de cardiología (4%), cirugía de otorrinolaringología (3%) y cirugía de la pared abdominal (3%).

Tabla 6.20: Tipos de intervención quirúrgica realizada por grupo

Tipo de Intervención	LMA-S	LMA-P	Total
Mastectomía radical unilateral	3	4	7
Mastectomía radical bilateral	2	-	2
Mastectomía simple unilateral	5	3	8
Cuadrantectomía ± linfadenectomía	10	8	18
Tumorectomía ± arpón	5	1	6
Resección ganglio centinela ± linfadenectomía	2	-	2
Ginecomastia bilateral	2	2	4
Expansores bilaterales (inserción o retirada)	1	2	3
Prótesis mamarias	-	1	1
Reducción mamaria	-	1	1
Drenaje absceso de mama complejo	-	1	1
Linfadenectomía axilar	-	2	2
Fractura de clavícula	2	3	5
Fractura tibia y/o peroné	2	3	5
Fractura de antebrazo	4	4	8
Timpanoplastia	-	3	3
Prótesis total de rodilla	3	2	5
Fractura de húmero	2	-	2
Ligamentoplastia LCA	4	3	7
Tenotomías en Enf. Dupuytren	1	-	1
Estudio electrofisiológico	2	2	4
Cirugía de <i>Hallux valgus</i>	1	-	1
Hernioplastia inguinal	2	-	2
Sarcoma de pared abdominal	-	1	1
Artrodesis radio-carpiana	-	1	1
Total	53	47	100

b) Tiempo de anestesia

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	121,75	47,05	101,57	129,70	75	320	0,344
LMA-P	47	112,10	39,43	106,60	119,15	60	165	

Tabla 6.21: Distribución según tiempo de anestesia (min)

c) Tiempo de cirugía

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	104,28	45,85	95,20	115,80	60	290	0,653
LMA-P	47	94,17	48,12	86,66	100,05	57	160	

Tabla 6.22: Distribución según tiempo de cirugía (min)

6.2. Manejo de los Dispositivos Supraglóticos

6.2.1. Tamaño de los DSG

Se emplearon en este estudio DSG de los tamaños habituales en pacientes adultos (nº 3, nº 4 y nº5), dado el perfil de la muestra del estudio (Tabla 6.23).

El tamaño de LMA más usado fue el nº 4 (68% del total de pacientes), seguido del nº 5 (29%) y por último el tamaño nº 3 (3%) que sólo se empleó en 3 pacientes.

No se encontraron diferencias significativas en cuanto al tamaño de los DSG en función del tipo de LMA ($p = 0,633$).

Dispositivo	Tamaño			Total	Porcentajes (%)
	nº 3	nº 4	nº 5		
LMA-S	1	37	15	53	1,9/69,8/28,3
LMA-P	2	31	14	47	4,5/66/29,8
Total	3	68	29	100	

Tabla 6.23: Tamaño de los DSG por grupos

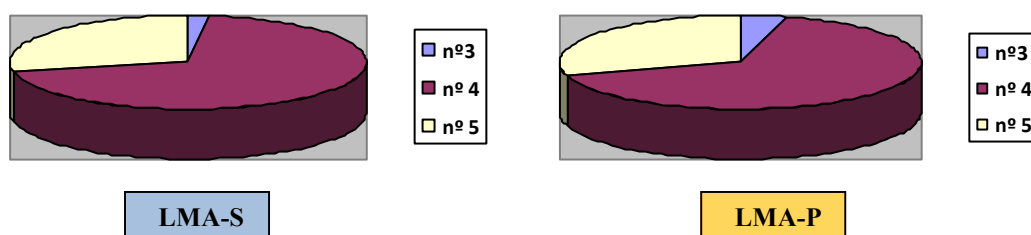


Figura 6.11: Diagramas sectoriales: tamaño de los DSG empleados: LMA nº 3, 4 y 5

6.2.2. Número de intentos de colocación del dispositivo

Se analizó el número de intentos de colocación de los distintos dispositivos mediante la prueba de chi-cuadrado (Figura 6.12 y Tabla 6.24). El DSG LMA Supreme se insertó con éxito al primer intento en 49 pacientes (92,5%), al segundo intento en 4 pacientes (7,5%) y no requirió terceros intentos. El dispositivo LMA Proseal fue insertado de forma exitosa al primer intento en 37 pacientes (78,7%), al segundo intento en 9 pacientes (19,2%) y un paciente (2,1%) requirió un tercer intento. El análisis estadístico refleja que existen diferencias significativas en el número de intentos de colocación entre los 2 DSG ($p = 0,023$).

En general, el DSG fue fácil de colocar, pues en la mayor parte de los casos se colocó al primer intento (86%).

Tabla 6.24: Tabla de contingencia: nº de intentos de colocación

		nº intentos			Total
		1	2	3	
Grupo Supreme	Recuento	49	4	0	53
	% dentro de Grupo	92,5%	7,5%	,0%	100,0%
Proseal	Recuento	37	9	1	47
	% dentro de Grupo	78,7%	19,2%	2,1%	100,0%
Total	Recuento	86	13	1	100
	% dentro de Grupo	86%	13%	,01%	100,0%

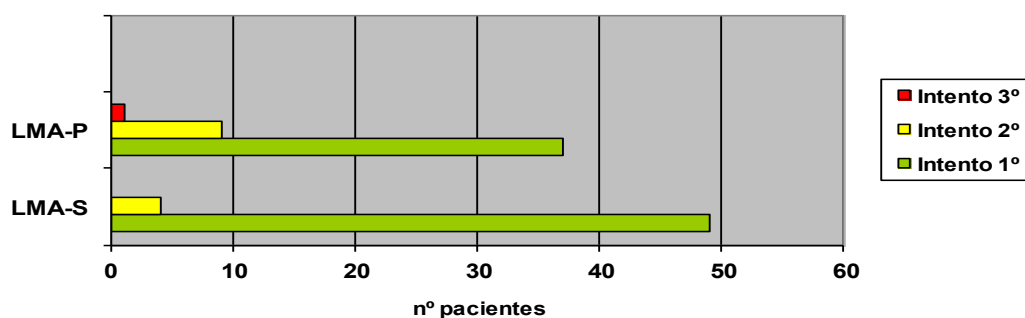


Figura 6.12: Número de intentos de colocación del dispositivo

6.2.3. Test de Sellado (TS) o Presión de Sellado Orofaringeo (PSOF)

Comparamos los valores del TS obtenidos con el uso de los dos dispositivos y para ello se utilizó el análisis de la varianza para un factor (Tabla 6.25 y Figura 6.13). El dispositivo que obtuvo un mayor TS fue LMA-Proseal ($32,06 \pm 3,95$ cmH₂O, rango entre 26 y 39 cmH₂O), frente a LMA-Supreme ($30,05 \pm 3,60$ cmH₂O, rango entre 22 y 37 cmH₂O). El análisis estadístico reveló diferencias significativa entre los valores obtenidos para el TS ($p = 0,015$).

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	30,05	3,60	29,13	31,08	22	37	0,015
LMA-P	47	32,06	3,95	32,23	33,64	26	39	

Tabla 6.25: Test de Sellado (TS) cmH₂O

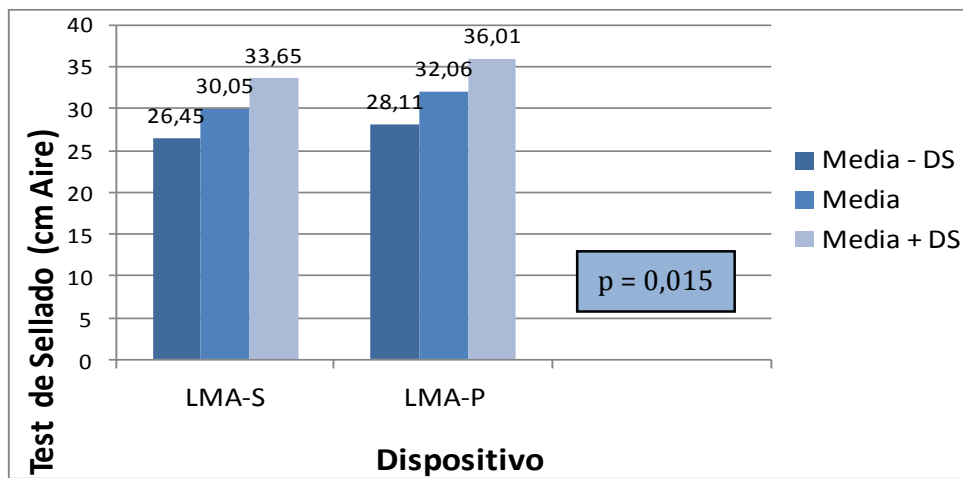


Figura 6.13: Histograma del Test de Sellado: media \pm DE (cmH₂O)

6.3. Ventilación

6.3.1. Volumen Tidal espirado (V_{Te})

La comparación del V_{Te} alcanzado por cada uno de los DSG en nuestra muestra, se realizó mediante el análisis estadístico de la varianza unifactorial (Tablas 6.26-6.29 y Fig. 6.14).

En general, LMA-P alcanzó mayores valores de V_{Te} en la ventilación de los pacientes en los distintos momentos estudiados según nuestro protocolo. Únicamente se observaron diferencias significativas en uno de los momentos estudiados (V_{Te} -PEEPmax) entre los dos DSG, a favor de LMA-P, con un valor $p = 0,045$.

A continuación, se detallan los datos recogidos respecto a V_{Te} en los cuatro momentos estudiados durante la ventilación de los pacientes.

a) Volumen Tidal espirado Basal (V_{Te} -B)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	559,22	47,40	540,25	565,60	455	620	0,085
LMA-P	47	561,72	42,78	550,40	570,05	460	650	

Tabla 6.26. Volumen Tidal espirado Basal [V_{Te} -B](ml)

b) Volumen Tidal espirado con PEEP = 5 cmH₂O (V_{Te}-5PEEP)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	556,49	45,10	533,20	561,60	458	613	0,072
LMA-P	47	562,80	42,50	551,50	569,55	458	641	

Tabla 6.27: Volumen tidal espirado con PEEP =5 cmH₂O [V_{Te}-5PEEP](ml)

c) Volumen Tidal espirado con PEEP máxima (V_{Te}-PEEPmax)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	546,50	48,20	523,80	555,60	448	600	0,045
LMA-P	47	556,46	52,30	549,50	559,95	452	630	

Tabla 6.28: Volumen Tidal espirado con PEEP máxima [V_{Te}-PEEPmax](ml)

d) Volumen Tidal espirado tras el Reclutamiento (V_{Te}-TR)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	565,05	50,00	545,70	575,50	470	630	0,068
LMA-P	47	571,44	50,87	560,50	580,25	482	655	

Tabla 6.29: Volumen Tidal espirado tras el Reclutamiento [V_{Te}-TR] (ml)

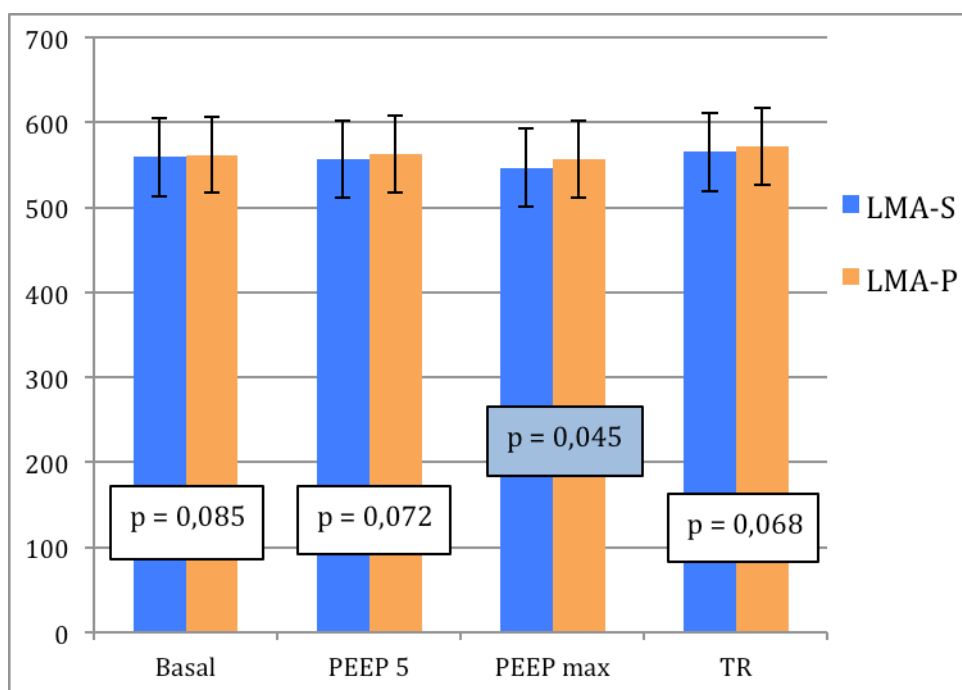


Figura 6.14: Histograma que muestra los valores medios de V_{Te} (ml, abscisas) \pm DE (barras con remate) durante los cuatro momentos estudiados (ordenadas) para cada grupo (n = 100)

6.3.2. Presiones en vía aérea (Pva)

a) Presiones pico en vía aérea (Pva-pc)

La comparación entre las Pva-pc obtenidas por los dos tipos de DSG en los cuatro momentos registrados durante la ventilación, se realizó mediante el análisis de la varianza para un factor (Tablas 6.30-6.33 y Fig. 6.15).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación a estas presiones entre los dispositivos en ninguno de los momentos

analizados. A continuación, detallamos los datos del análisis de cada uno de los cuatro momentos estudiados.

a.1) Presión pico en vía aérea basal (Pva-pc-B)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	15,92	3,50	13,85	17,55	11	22	0,820
LMA-P	47	15,89	3,33	14,05	17,08	11	23	

Tabla 6.30: Presión pico en vía aérea basal [Pva-pc-B] (cmH₂O)

a.2) Presión pico en vía aérea con PEEP = 5 cmH₂O (Pva-pc-5PEEP)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	20,18	3,00	17,45	22,85	14	27	0,688
LMA-P	47	19,78	3,29	17,06	22,14	15	28	

Tabla 6.31: Presión pico en vía aérea con PEEP = 5 [Pva-pc-5PEEP] (cmH₂O)

a.3) Presión pico en vía aérea con PEEP máxima (Pva-pc-PEEPmax)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	27,45	4,05	22,65	31,15	21	33	0,534
LMA-P	47	28,10	3,78	23,48	32,72	24	35	

Tabla 6.32: Presión pico en vía aérea con PEEP máxima [Pva-pc-PEEPmax] (cmH₂O)

a.4) Presión pico en vía aérea tras el Reclutamiento (Pva-pc-TR)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	19,45	3,30	16,65	21,35	13	26	0,705
LMA-P	47	18,68	3,62	16,00	21,11	13	26	

Tabla 6.33: Presión pico en vía aérea tras el Reclutamiento [Pva-pcTR] (cmH₂O)

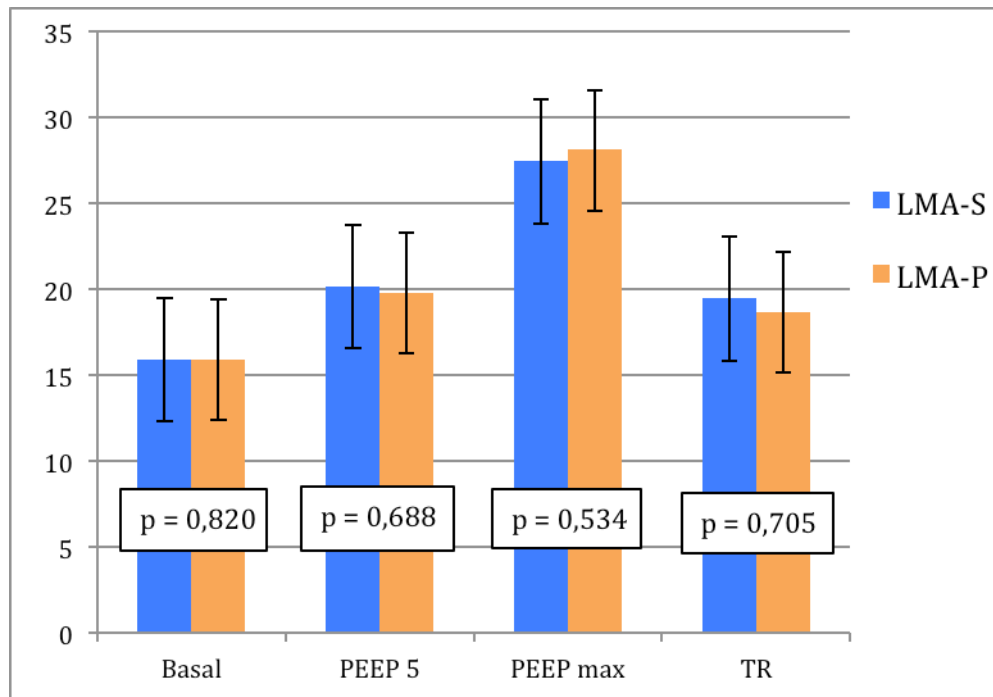


Figura 6.15: Histograma que muestra los valores medios de Pva-pc (cmH₂O, abscisas) \pm DE (barras con remate) durante los cuatro momentos estudiados (ordenadas) para cada grupo (n = 100)

b) Presiones meseta en vía aérea (Pva-ms)

La comparación entre las Pva-ms obtenidas por los dos tipos de DSG en los cuatro momentos registrados durante la ventilación, se realizó mediante el test ANOVA para un factor (Tablas 6.34-6.37 y Fig. 6.16).

No encontramos diferencias significativas en cuanto a Pva-ms en ninguno de los cuatro momentos estudiados entre los DSG para un intervalo de confianza del 95%, pero si las encontramos para un IC del 90% en la variable Pva-ms-PEEPmax, alcanzando el dispositivo LMA-P presiones mayores (p = 0,063).

A continuación, detallamos los datos del análisis de cada uno de los cuatro momentos estudiados.

b.1) Presión meseta en vía aérea basal (Pva-ms-B)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	12,86	3,60	10,15	14,50	8	15	0,420
LMA-P	47	13,42	3,22	11,13	15,26	10	17	

Tabla 6.34: Presión meseta en vía aérea basal [Pva-ms-B] (cmH₂O)

b.2) Presión meseta en vía aérea con PEEP = 5 cmH₂O (Pva-ms-5PEEP)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	16,07	3,44	13,96	19,30	9	25	0,233
LMA-P	47	16,63	3,65	13,52	19,41	10	23	

Tabla 6.35: Presión meseta en vía aérea con PEEP = 5 [Pva-ms-5PEEP] (cmH₂O)

b.3) Presión meseta en vía aérea con PEEP máxima (Pva-ms-PEEPmax)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	22,81	3,80	19,92	26,30	17	30	0,063
LMA-P	47	24,12	4,05	18,66	26,48	13	27	

Tabla 6.36: Presión meseta en vía aérea con PEEP máxima [Pva-ms-PEEPmax] (cmH₂O)

b.4) Presión meseta en vía aérea tras el Reclutamiento (Pva-ms-TR)

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	16,22	3,24	13,26	18,80	10	25	0,105
LMA-P	47	17,10	3,60	13,00	18,91	12	26	

Tabla 6.37: Presión meseta en vía aérea tras el Reclutamiento [Pva-ms-TR] (cmH₂O)

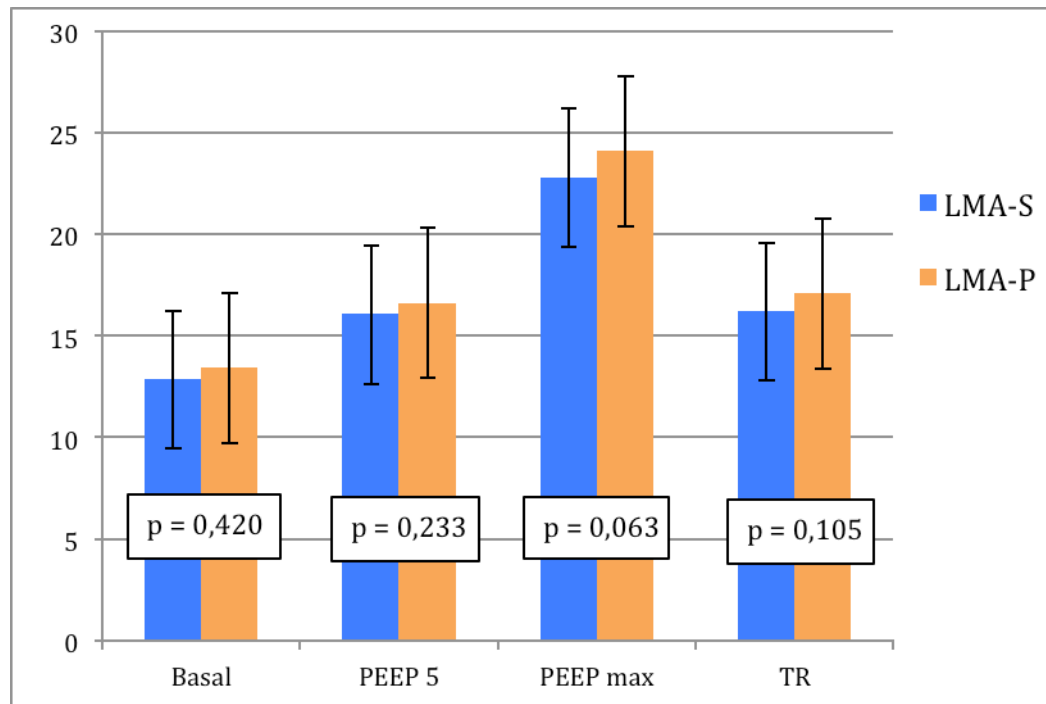


Figura 6.16: Histograma que muestra los valores medios de Pva-ms (cmH₂O, abscisas) \pm DS (barras con remate) durante los cuatro momentos estudiados (ordenadas) para cada grupo (n = 100)

6.3.3. Nivel de CO₂ espirado o End-Tidal CO₂ (EtCO₂)

Procedimos a comparar el valor medio del EtCO₂ de los datos obtenidos en los cuatro momentos registrados durante la ventilación para los dos grupos, mediante el test ANOVA para un factor (Tabla 6.38). Decidimos proceder así, debido a la poca varianza que mostró esta variable, tanto entre-sujetos como intra-sujetos, utilizando el mismo modelo estadístico que se aplicó a la variable SpO₂.

No encontramos diferencias significativas en el valor medio del EtCO₂ entre los DSG estudiados

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	32,15	2,40	30,90	33,30	28	35	0,477
LMA-P	47	32,46	2,25	30,97	33,54	29	35	

Tabla 6.38: Niveles medios de CO₂ espirado [EtCO₂] (mmHg)

6.4. Reclutamiento/Oxigenación

Este apartado, es sin duda, el más interesante del estudio y el que requirió un mayor análisis estadístico, así como el empleo de recursos de análisis matemático avanzados como la creación de un modelo predictivo de comportamiento de estas variables basado en los datos obtenidos por el estudio.

Hemos agrupado los resultados de las tres variables que estudian la evolución del reclutamiento alveolar y de la oxigenación resultante [Saturación oximétrica de pulso (SpO₂), Complianza Efectiva Estática (CeE) y Complianza Efectiva Dinámica (CeD)] y los hemos dividido en tres niveles de actuación estadística: Estadística descriptiva de las variables, Estadística descriptiva de la Evolución de dichas variables y Modelo Matemático de comportamiento de las variables.

6.4.1. Estadística descriptiva de las variables

SpO₂

Basal

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
LMA-Proseal	47	99,02	0,85	97	98	99	100	100
LMA-Supreme	53	98,96	0,83	97	98	99	100	100
Total	100	98,99	0,83	97	98	99	100	100

Tabla 6.39: Valores de SpO₂ por dispositivo en situación basal

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p = 0,73$) de 0,06.

+5 PEEP

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
LMA-Proseal	47	99,28	0,8	97	99	99	100	100
LMA-Supreme	53	99,23	0,7	97	99	99	100	100
Total	100	99,25	0,8	97	99	99	100	100

Tabla 6.40: Valores de SpO₂ por dispositivo con PEEP +5 cmH₂O

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p = 0,74$) de 0,05.

PEEP máxima

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
LMA-Proseal	47	99,6	0,54	98	99	100	100	100
LMA-Supreme	53	99,5	0,75	97	99	100	100	100
Total	100	99,5	0,66	97	99	100	100	100

Tabla 6.41: Valores de SpO₂ por dispositivo con PEEP máxima

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p = 0,53$) de 0,08.

Tras Reclutamiento

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
LMA-Proseal	47	99,75	0,44	99	99	100	100	100
LMA-Supreme	53	99,64	0,68	97	99	100	100	100
Total	100	99,69	0,58	97	99	100	100	100

Tabla 6.42: valores de SpO₂ por dispositivo tras reclutamiento

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p = 0,38$) de 0,1.

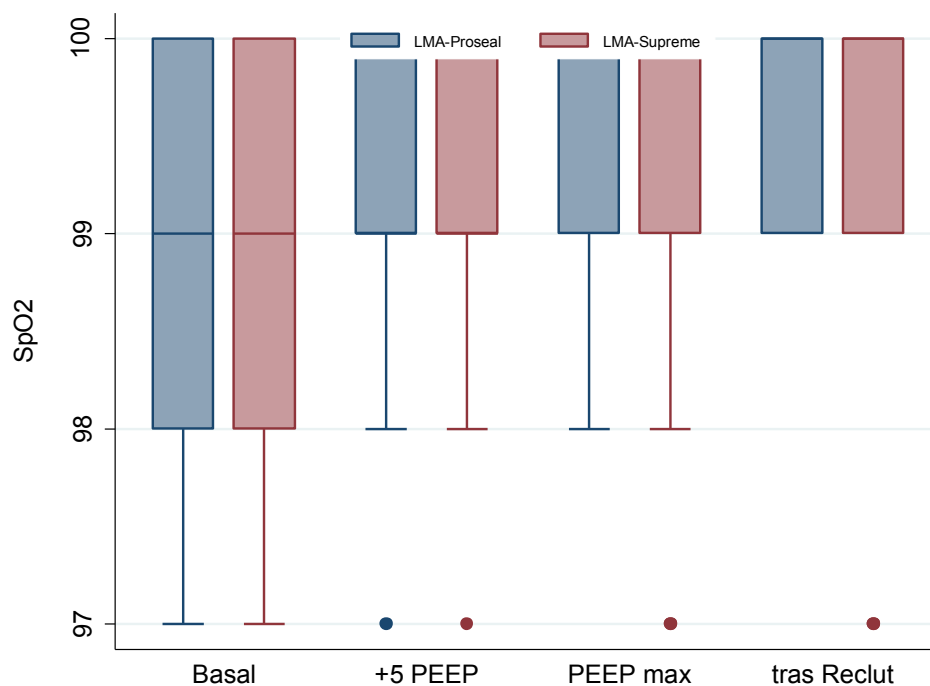


Figura 6.17: Diagrama de caja y bigotes (boxplot) que muestra la media, DS, rango y valores aislados de la de SpO₂ (%), durante los cuatro momentos estudiados para cada grupo.

Ce Estática

Basal

Dispositivo	n	media	DE	min	p25	p50	p75	max
LMA-Proseal	47	54,18	11,79	32,6	44,6	54	63	85
LMA-Supreme	53	52,39	12,40	31,5	43,6	50	55	82
Total	100	53,23	12,09	31,5	44,5	51	60,35	85

Tabla 6.43: Valores de CeE por dispositivo, en situación basal

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p = 0,46$) de 1,79.

+5 PEEP

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
LMA-Proseal	47	58,17	12,19	36,1	47,1	57	67	90
LMA-Supreme	53	56,49	12,92	32	50,5	54,4	60,3	86
Total	100	57,28	12,55	32	48,9	55,4	64,7	90

Tabla 6.44: Valores de CeE por dispositivo con PEEP +5cmH₂O

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p = 0,5$) de 1,67.

PEEP máxima

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
LMA-Proseal	47	59,98	12,51	39	50	60,8	68,9	88
LMA-Supreme	53	58,56	14,66	40	47,1	56	62	110
Total	100	59,23	13,64	39	48,4	57	65,5	110

Tabla 6.45: Valores de CeE por dispositivo, con PEEP máxima

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p = 0,6$) de 1,41.

Tras Reclutamiento

Dispositivo	n	media	DE	min	p25	p50	p75	max
LMA-Proseal	47	65,11	12,56	44,3	54,2	65,3	74,1	92,5
LMA-Supreme	53	64,06	15,68	45	56	60,1	66,9	115,2
Total	100	64,55	14,24	44,3	55,2	62,8	70,4	115,2

Tabla 6.46: Valores de CeE por dispositivo, tras reclutamiento

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p=0,72$) de 1,04.

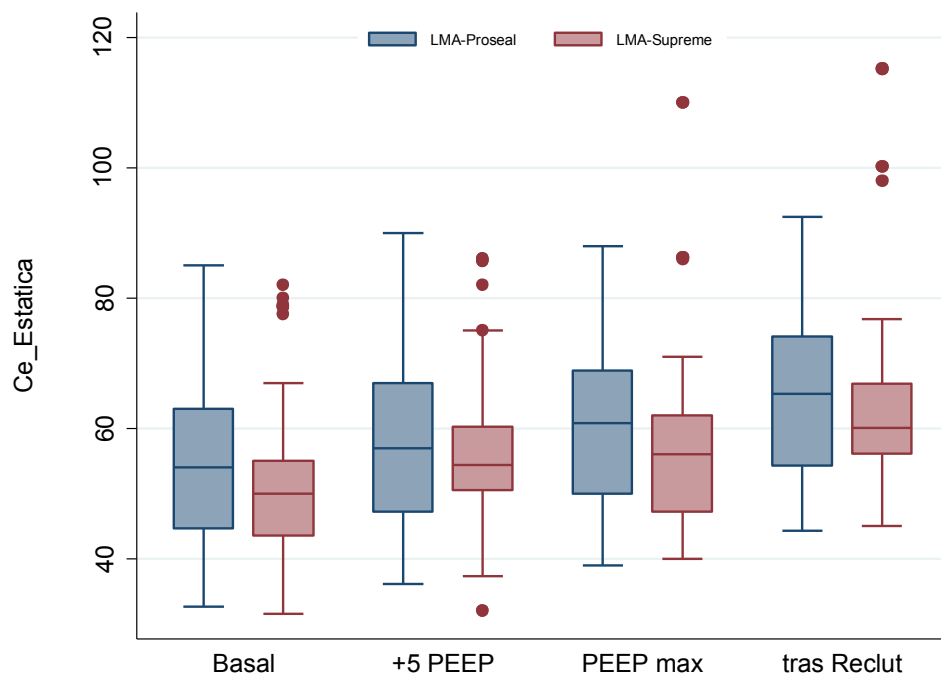


Figura 6.18: Diagrama de caja y bigotes que muestra la media, DE, rango y valores aislados de la de CeE (ml/cm H₂O), durante los cuatro momentos estudiados para cada grupo.

Ce Dinámica

Basal

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
LMA-Proseal	47	47,5	10,56	29,5	39,4	46,2	55	76
LMA-Supreme	53	44,4	9,96	27	38	42	48	65
Total	100	45,8	10,31	27	39	44	53,8	76

Tabla 6.47: Valores de CeD por dispositivo, en situación basal

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p = 0,14$) de 3,0

+5 PEEP

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
LMA-Proseal	47	50,4	10,7	28,3	43	49,7	58	77,4
LMA-Supreme	53	46,2	10,1	26,4	40,8	45,6	50	69
Total	100	48,2	10,5	26,4	41,55	46,1	54,3	77,4

Tabla 6.48: Valores de CeD por dispositivo con PEEP +5cmH₂O

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente significativa ($p = 0,046$) de 4,19 para la LMA Proseal.

PEEP máxima

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
LMA-Proseal	47	51,8	12,03	30	41,1	52,2	60	80,4
LMA-Supreme	53	47,9	10,97	33,9	40	45	53	83,1
Total	100	49,7	11,58	30	40,15	47,15	56,5	83,1

Tabla 6.49: Valores de CeD por dispositivo, con PEEP máxima

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p = 0,1$) de 3,83.

Tras Reclutamiento

<u>Dispositivo</u>	<u>n</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
LMA-Proseal	47	55,7	12,1	32,6	46	56	63,6	83,4
LMA-Supreme	53	52	12,8	34,7	43	50,3	57,4	89
Total	100	53,7	12,5	32,6	44,5	50,75	60,4	89

Tablas 6.50: Valores de CeD por dispositivo, tras reclutamiento

Encontramos una diferencia entre grupos estadísticamente no significativa ($p = 0,15$) de 3,66.

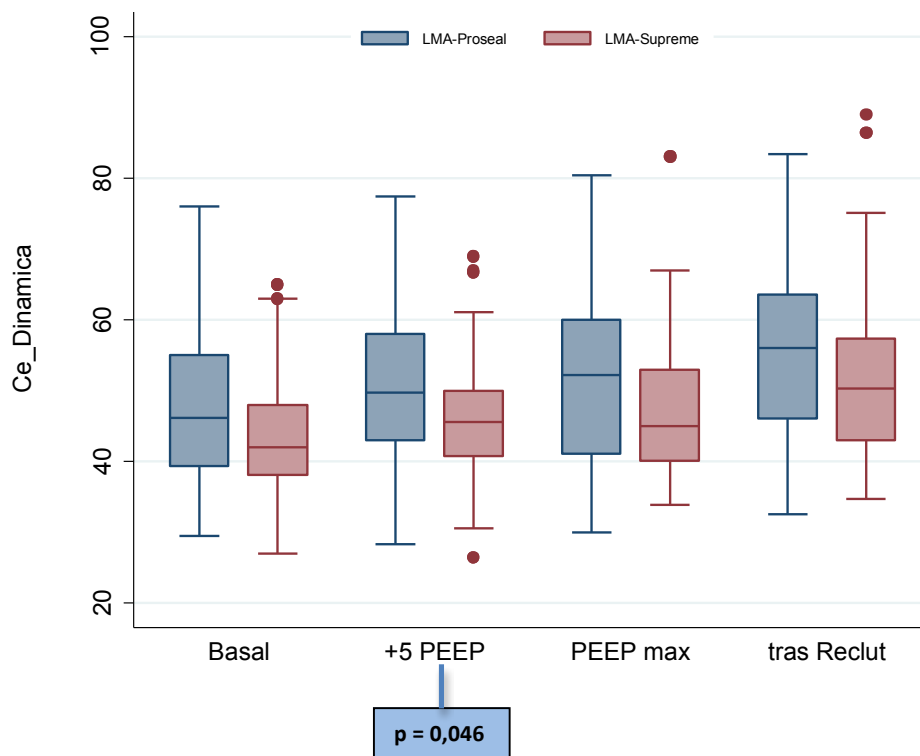


Figura 6.19: Diagrama de caja y bigotes que muestra la media, DE, rango y valores aislados de la de CeD (ml/cmH₂O), durante los cuatro momentos estudiados para cada grupo.

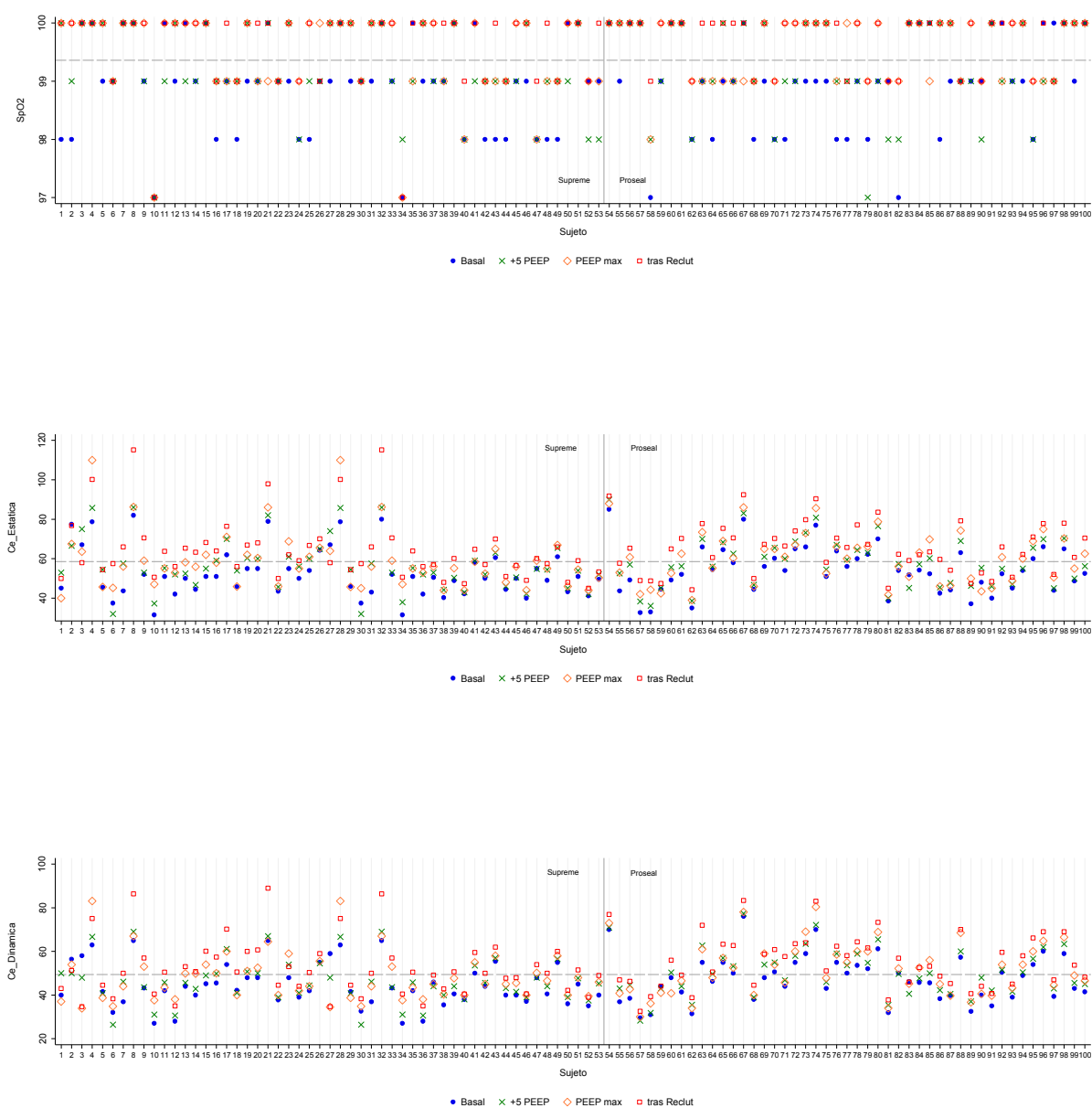
6.4.2. Estadística descriptiva de la Evolución de las variables

En este apartado se muestran los datos evolutivos de las variables de reclutamiento y oxigenación de toda la muestra, sin diferenciar por grupo de dispositivo.

<u>Variable</u>		<u>Media</u>	<u>DE</u>	<u>Min</u>	<u>Max</u>	<u>Observaciones</u>	
SpO₂	Combinados	99,4	0,76	97	100,0	N =	400
	Entre-clases		0,61	97	100,0	n =	100
	Intra-clase		0,46	97,9	100,7	T =	4
Ce Estática	Combinados	58,6	13,73	31,5	115,2	N =	400
	Entre-clases		12,67	39,2	93,7	n =	100
	Intra-clase		5,4	43,6	81,9	T =	4
Ce Dinámica	Combinados	49,4	11,6	26,4	89,0	N =	400
	Entre-clases		10,84	30,1	78,7	n =	100
	Intra-clase		4,24	39,6	67,0	T =	4

N = todas las observaciones; n = nº de sujetos; T = nº de periodos

Tabla 6.51.: Evolución de SpO₂, Ce Estática y Ce Dinámica



Figuras 6.20-6.22: Evolución de las variables SpO₂, CeE y CeD en cada uno de los paciente

SpO₂

<u>Medidas</u>	<u>N</u>	<u>media</u>	<u>DE</u>	<u>min</u>	<u>p25</u>	<u>p50</u>	<u>p75</u>	<u>max</u>
Basal	100	99,0	0,84	97	98	99	100	100
+5 PEEP	100	99,3	0,76	97	99	99	100	100
PEEP max	100	99,5	0,66	97	99	100	100	100
Tras Reclutamiento	100	99,7	0,58	97	99	100	100	100
Total	400	99,4	0,76	97	99	100	100	100

Tabla 6.52: Evolución de SpO₂

Observamos que hay muy poca varianza entre-sujetos e intra-sujeto, aunque la media y la DE aumentan conforme se desarrolla el reclutamiento, este efecto es mínimamente visible por el efecto referido de la varianza.

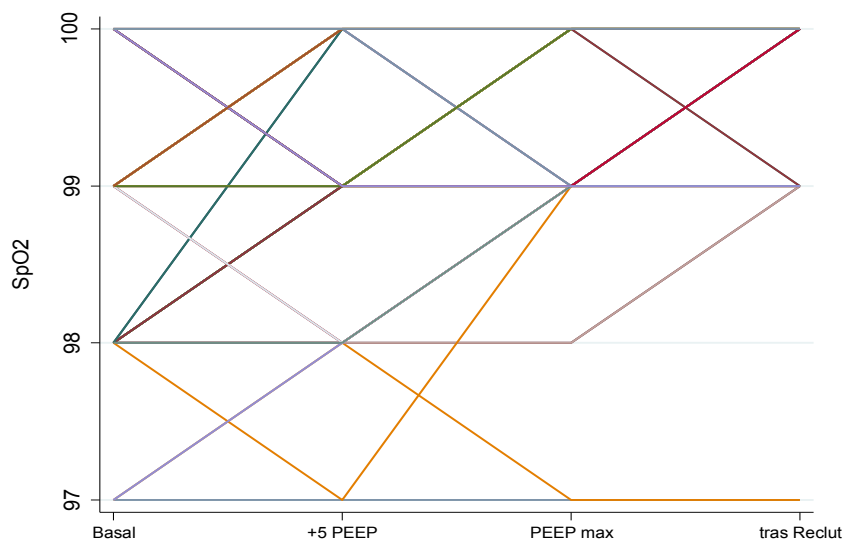


Figura 6.23: Gráfico de la evolución global de SpO₂ en los distintos momentos de medición para cada paciente.

Ce Estática

Medidas	N	media	DE	min	p25	p50	p75	max
Basal	100,0	53,2	12,1	31,5	44,5	51,0	60,4	85,0
+5 PEEP	100,0	57,3	12,5	32,0	48,9	55,3	64,7	90,0
PEEP max	100,0	59,2	13,6	39,0	48,4	57,0	65,5	110,0
Tras Reclutamiento	100,0	64,6	14,2	44,3	55,2	62,8	70,4	115,2
Total	400,0	58,6	13,7	31,5	49,1	56,0	65,8	115,2

Tabla 6.53: Evolución de Ce Estática

Existe bastante varianza entre-sujetos y también intra-sujeto (entre medidas). Las medias y DE aumentan con la evolución del reclutamiento.

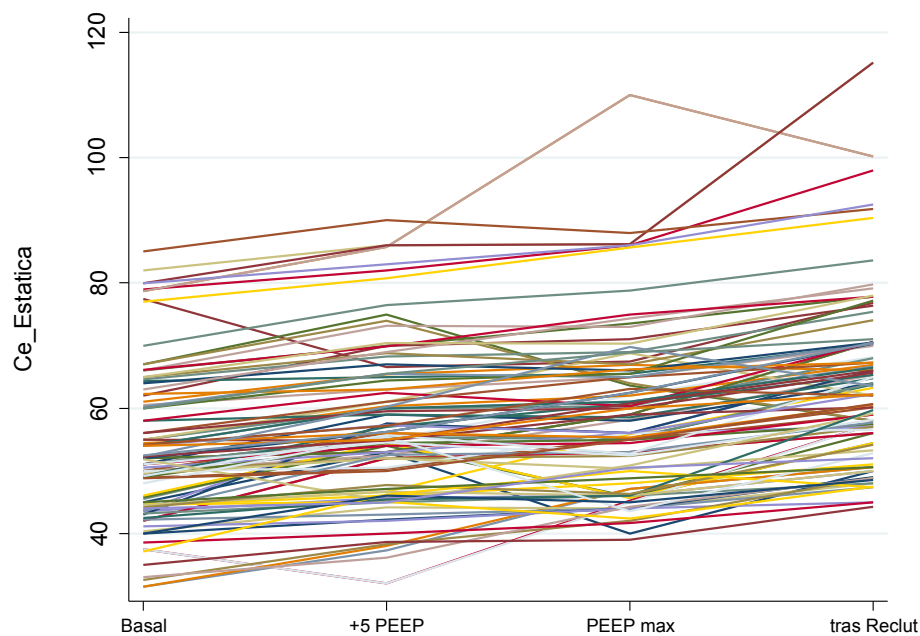


Figura 6.24: Gráfico de la evolución global de CeE en los distintos momentos de medición para cada paciente.

Ce Dinámica

Medidas	N	media	DE	min	p25	p50	p75	max
Basal	100,0	45,8	10,3	27,0	39,0	44,0	53,8	76,0
+5 PEEP	100,0	48,2	10,5	26,4	41,5	46,1	54,3	77,4
PEEP max	100,0	49,7	11,6	30,0	40,1	47,2	56,5	83,1
Tras Reclutamiento	100,0	53,8	12,5	32,6	44,5	50,8	60,4	89,0
Total	400,0	49,4	11,6	26,4	40,8	47,9	56,7	89,0

Tabla 6.54: Evolución de Ce Dinámica

Se observa una considerable varianza entre-sujetos y también intra-sujeto (entre medidas). Igualmente, las medias y DE aumentan con el tiempo.

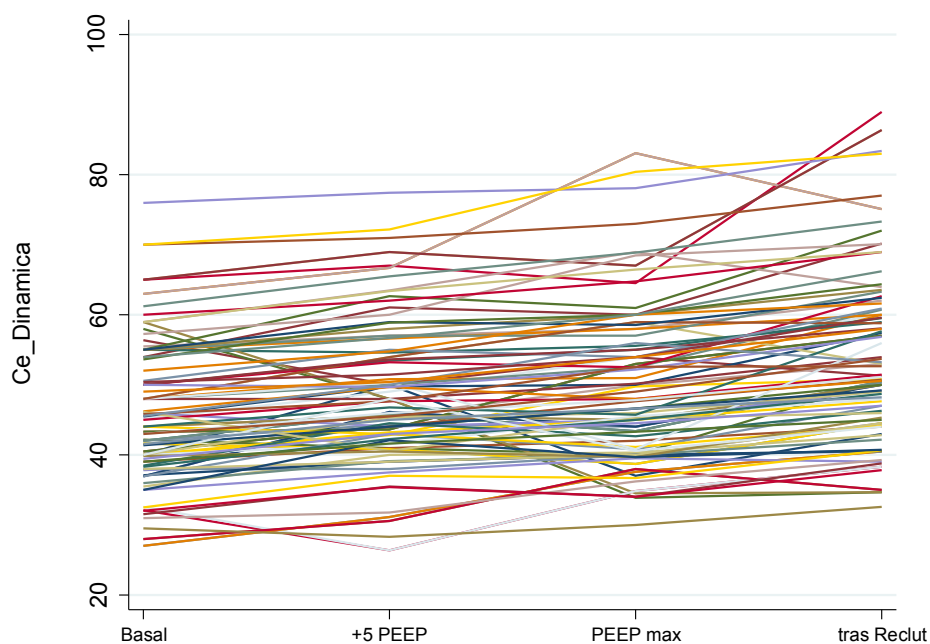


Figura 6.25: Gráfico de la evolución global de CeD en los distintos momentos de medición para cada paciente.

6.4.3. Aplicación del modelo matemático

SpO₂ (total)

<u>Efectos fijos</u>	<u>Coef.</u>	<u>EE</u>	<u>p</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+ IC95%.</u>
Basal	referencia				
+5 PEEP	0,26	0,06	<0,01	0,14	0,38
PEEP máx.	0,52	0,06	<0,01	0,40	0,64
Tras reclutam.	0,70	0,06	<0,01	0,58	0,82
IMC	-0,05	0,02	<0,01	-0,08	-0,02
SpO₂ media	100,31	0,44	<0,01	99,46	101,17

<u>Efectos aleatorios</u>	<u>DE</u>	<u>EE</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+ IC95%.</u>
Sujetos	0,53	0,04	0,45	0,63
Residual	0,44	0,02	0,40	0,47

Tablas 6.55 y 6.56: Análisis estadístico de la evolución de SpO₂ y efectos aleatorios

No encontramos diferencias estadísticamente significativas ($\beta = -0,03$; $p = 0,8$; IC95%: -0,26; 0,2) entre ambos grupos (LMA-Proseal y LMA-Supreme). Sin embargo, si encontramos diferencias significativas ($p < 0,01$) en la evolución de la SpO₂ a lo largo del desarrollo del reclutamiento, es decir en cada momento de medición respecto del momento anterior (de + 5 PEEP respecto a la basal, de PEEPmax

respecto a + 5 PEEP y tras el reclutamiento respecto a PEEPmax). También se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) en el valor medio de la SpO_2 a lo largo del tiempo de medición.

Además, se incorporó la variable IMC al análisis estadístico y se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) con IC $\pm 95\%$ negativos, por lo que existe una relación entre el IMC y la SpO_2 que relaciona un mayor IMC con un descenso en la SpO_2 . Desarrollamos un modelo longitudinal matemático de efectos mixtos estadísticamente significativo (Wald $\chi^2(4) = 157,17$; $p < 0,01$). Esta prueba estadística paramétrica se utiliza para poner a prueba el verdadero valor de la variable basado en la estimación de la muestra. Hemos tenido en cuenta los efectos fijos y los efectos aleatorios y están representados por separado.

SpO₂ (por grupos)

SpO₂	Proseal		Supreme	
	Coef.	p	Coef.	p
Basal	referencia			
+5 PEEP	0,26	<0,01	0,26	<0,01
PEEP max	0,53	<0,01	0,51	<0,01
tras Reclut	0,72	<0,01	0,68	<0,01
IMC	-0,03	0,08	-0,08	<0,01
SpO₂ media	99,86	<0,01	101,15	<0,01

	Proseal	Supreme
Efectos aleatorios	DE	DE
Sujetos	0,48	0,57
Residual	0,45	0,42

Tablas 6.57 y 6.58: Análisis estadístico de la evolución de SpO₂ y efectos aleatorios (grupos)

Como podemos observar, los coeficientes son muy parecidos en ambos grupos (ligeramente inferiores para LMA-Supreme). Los dos dispositivos muestran diferencias significativas ($p < 0,01$) en la evolución de la SpO₂ a lo largo del desarrollo del reclutamiento y en el valor medio de la SpO₂ a lo largo del tiempo de medición.

Sin embargo, encontramos que la relación entre IMC y SpO₂ sólo era significativa en el grupo de LMA Supreme ($\beta = -0,08$; $p < 0,01$). Es decir, que existe una relación entre el IMC y la SpO₂ que relaciona un mayor IMC con un descenso de la SpO₂ en el grupo de LMA Supreme. Es llamativo teniendo en cuenta, además, que no encontramos diferencias significativas entre ambos grupos ni para SpO₂ ni para IMC.

Coeficiente de determinación y componentes de la varianza

$R^2 = 0,1712$. Podemos interpretar el coeficiente de determinación diciendo que las covariables del modelo (IMC y T) explican un 17,12% de

la varianza observada en la variable dependiente (SpO_2). Es decir, las diferencias entre las diferentes fases del reclutamiento más las diferencias por IMC son “responsables” del 17,12% de la varianza observada.

En el siguiente gráfico (Figura 6.26) podemos observar los componentes de dicha varianza. El 49% de la misma estaría relacionada con las diferencias entre sujetos (exceptuando las diferencias por IMC). Otro 17% con las diferencias por IMC más las observadas en las diferentes fases del reclutamiento (efectos fijos de las covariables). El 34% restante (residual) se corresponde con diferencias por otras causas (desconocidas para nosotros o no observadas) o, también, a variabilidad aleatoria (ruido).

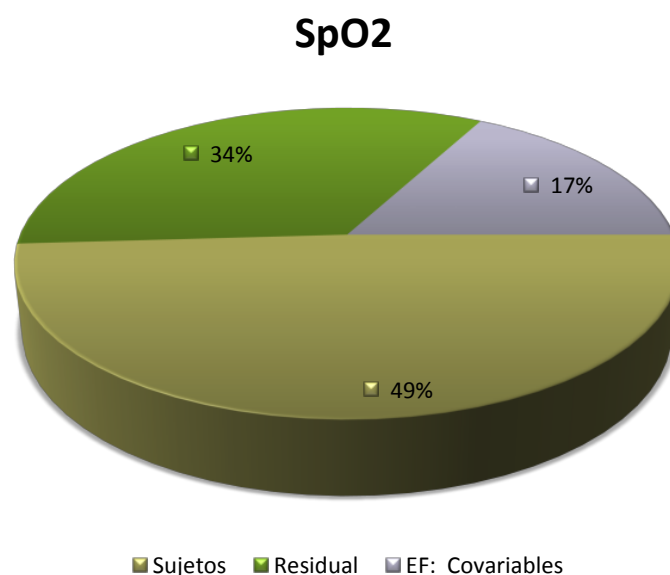


Figura 6.26: Componentes de la varianza para la variable SpO_2

CeEstática (total)

<u>Efectos fijos</u>	<u>Coef.</u>	<u>EE</u>	<u>p</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+ IC95%.</u>
Basal	referencia				
+5 PEEP	4,0	0,6	<0,01	2,9	5,2
PEEP máx.	6,0	0,6	<0,01	4,9	7,1
Tras reclutam.	11,3	0,6	<0,01	10,2	12,4
IMC	-0,9	0,4	0,01	-1,6	-0,2
CeEstática media	76,4	9,2	<0,01	58,4	94,5

<u>Efectos aleatorios</u>	<u>DE</u>	<u>EE</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+ IC95%.</u>
Sujetos	12,0	0,9	10,4	13,9
Residual	4,1	0,2	3,8	4,4

Tablas 6.59 y 6.60: Análisis estadístico de la evolución de CeE y efectos aleatorios

No encontramos diferencias estadísticamente significativas ($\beta = -0,73$; $p = 0,77$; IC95%: -5,6; 4,1) entre ambos grupos (LMA-Proseal y LMA-Supreme). Sin embargo, si encontramos diferencias significativas ($p < 0,01$) en la evolución de la CeE a lo largo del desarrollo del reclutamiento, es decir en cada momento de medición respecto del momento anterior (de + 5 PEEP respecto a la basal, de PEEPmax respecto a + 5 PEEP y tras

el reclutamiento respecto a PEEPmax). Igualmente, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) en la CeE media a lo largo del tiempo de medición. Incorporada la variable IMC al análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) con IC $\pm 95\%$ negativos, por lo que existe una relación entre el IMC y la CeE que relaciona un mayor IMC con un descenso de la CeE. Desarrollamos un modelo matemático de efectos mixtos estadísticamente significativo (Wald $\chi^2(4) = 406,3$; $p < 0,01$).

CeEstática (por grupos)

CeEstática	Proseal		Supreme	
	Coef.	p	Coef.	p
Basal	referencia			
+5 PEEP	4	<0,01	4,1	<0,01
PEEP max	5,8	<0,01	6,2	<0,01
tras Reclut	10,9	<0,01	11,7	<0,01
IMC	-0,3	0,45	-1,9	0,001
CeEstática media	62,4	<0,01	103,1	<0,01

	Proseal	Supreme
Efectos aleatorios	DE	DE
Sujetos	11,8	11,7
Residual	2,6	5

Tablas 6.61y 6.62: Análisis estadístico de la evolución de CeE y efectos aleatorios (grupos)

Observamos que los coeficientes son muy parecidos en ambos grupos (ligeramente inferiores para LMA-Supreme). Los dos dispositivos muestran diferencias significativas ($p < 0,01$) en la evolución de la CeE a lo largo del desarrollo del reclutamiento y en la CeE media a lo largo del tiempo de medición.

También encontramos que la relación entre IMC y CeE resultó muy significativa en el grupo de LMA Supreme ($\beta = -1,9$; $p < 0,001$). Es decir, que existe una relación entre el IMC y la CeE que relaciona un mayor IMC con un descenso de la CeE en el grupo de LMA Supreme. Debemos de recordar que no encontramos diferencias significativas entre ambos grupos ni para CeEstática ni para IMC.

Coeficiente de determinación y componentes de la varianza

$R^2 = 0,1447$. Podemos interpretar el coeficiente de determinación diciendo que las covariables del modelo (IMC y T) explican un 14,47% de la varianza observada en la variable dependiente (CeEstática). Es decir, las diferencias entre las diferentes fases del reclutamiento más las diferencias por IMC son “responsables” del 14,47% de la varianza observada.

En la siguiente figura observamos los componentes de dicha varianza. El 77% de la misma estaría relacionada con las diferencias entre sujetos (exceptuando las diferencias por IMC). Otro 14% con las diferencias por

IMC más las observadas en las diferentes fases del reclutamiento (efectos fijos de las covariables). El 9% restante (residual) se corresponde con diferencias por otras causas (desconocidas para nosotros o no observadas) o, también, a variabilidad aleatoria (ruido).

Por lo tanto, la mayor parte de las diferencias observadas estaban asociadas a las diferencias entre los diferentes sujetos y, bastante menos, con las diferencias entre las diferentes fases del reclutamiento o con otros factores no observados.

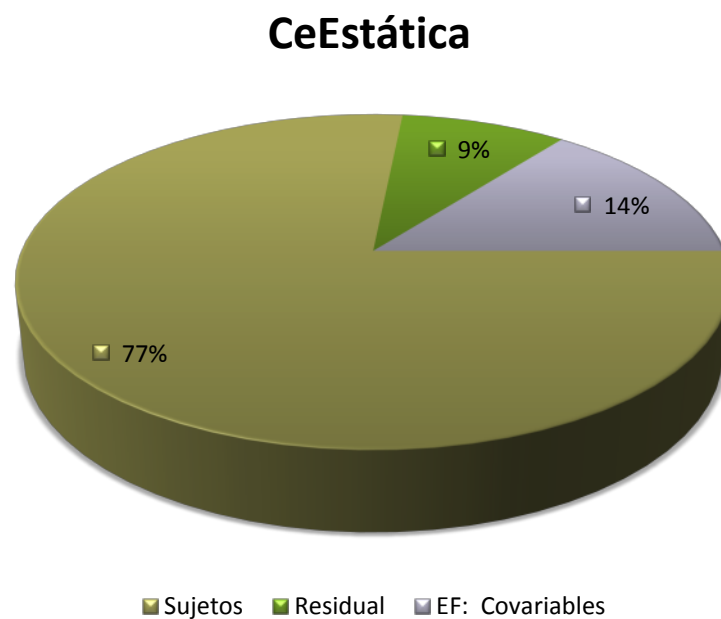


Figura 6.27: Componentes de la varianza para la variable CeE

CeDinámica (total)

<u>Efectos fijos</u>	<u>Coef.</u>	<u>EE</u>	<u>p</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+ IC95%.</u>
Basal	referencia				
+5 PEEP	2,4	0,5	<0,01	1,4	3,4
PEEP máx.	3,9	0,5	<0,01	2,9	4,9
Tras reclutam.	7,9	0,5	<0,01	6,9	8,9
IMC	-0,7	0,3	0,014	-1,3	-0,2
CeDinámica media	65,0	7,9	<0,01	49,6	80,5

<u>Efectos aleatorios</u>	<u>DE</u>	<u>EE</u>	<u>-IC95%</u>	<u>+ IC95%.</u>
Sujetos	10,3	0,8	8,9	11,9
Residual	3,6	0,1	3,3	3,9

Tablas 6.63 y 6.64: Análisis estadístico de la evolución de CeD y efectos aleatorios

No encontramos diferencias estadísticamente significativas ($\beta = -3,1$; $p = 0,14$; IC95%: -7,2; 1,0) entre ambos grupos. Si encontramos diferencias significativas ($p < 0,01$) en la evolución de la CeD a lo largo del reclutamiento. También las encontramos ($p < 0,01$) en la CeD media a lo largo del tiempo de medición. Respecto a la variable IMC, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) con IC \pm 95% negativos, por lo que

también existe relación entre el IMC y la CeD que relaciona un mayor IMC con un descenso de la CeD. Desarrollamos un modelo matemático de efectos mixtos estadísticamente significativo (Wald $\chi^2(4) = 266,8$; $p < 0,01$).

CeDinámica (por grupos)

CeDinámica	Proseal		Supreme	
	Coef.	p	Coef.	p
Basal	referencia			
+5 PEEP	3	<0,01	1,9	0,03
PEEP max	4,3	<0,01	3,6	<0,01
tras Reclut	8,2	<0,01	7,7	<0,01
IMC	-0,2	0,65	-1,6	<0,01
CeDinámica media	52	<0,01	87,3	<0,01

Efectos aleatorios	DE	DE
Sujetos	11	8,9
Residual	2,2	4,4

Tablas 6.65 y 6.66: Análisis estadístico de la evolución de CeD y efectos aleatorios (grupos).

Como podemos observar, hay diferencias entre los coeficientes de ambos grupos (inferiores para LMA-Supreme), pero estas no eran estadísticamente significativas. Los dos dispositivos muestran diferencias significativas ($p < 0,01$) en la evolución de la CeD a lo largo del reclutamiento y en la CeD media a lo largo de las mediciones.

Además, encontramos que la relación entre IMC y la CeD sólo era significativa en el grupo LMA Supreme ($\beta = -1,6$; $p < 0,01$). Por lo que existe una relación entre el IMC y la CeD que relaciona un mayor IMC con un descenso de la CeD en el grupo de LMA Supreme. Anteriormente, sólo encontramos diferencias significativas entre grupos para CeDinámica a +5 PEEP y no encontramos diferencias significativas entre ambos grupos para IMC.

Coefficiente de determinación y componentes de la varianza

$R^2 = 0,1126$. Interpretamos el coeficiente de determinación diciendo que las covariables del modelo (IMC y T) explican un 11,26% de la varianza observada en la variable dependiente (CeDinámica). Por lo que las diferencias entre los diferentes momentos del reclutamiento más las diferencias por IMC son “responsables” del 11,26% de la varianza observada.

El 79% de la misma estaría relacionada con las diferencias entre sujetos (exceptuando las diferencias por IMC). Otro 11% con las diferencias por

IMC más las observadas en las diferentes fases del reclutamiento (efectos fijos de las covariables). El 10% restante (residual) se corresponde con diferencias por otras causas (desconocidas para nosotros o no observadas) o, también, a variabilidad aleatoria (ruido) (Figura 6.28).

También para esta variable, la mayor parte de las diferencias observadas estaban asociadas a las diferencias entre los diferentes sujetos y, mucho menos, con las diferencias observadas entre las fases del reclutamiento o con otros factores no observados.

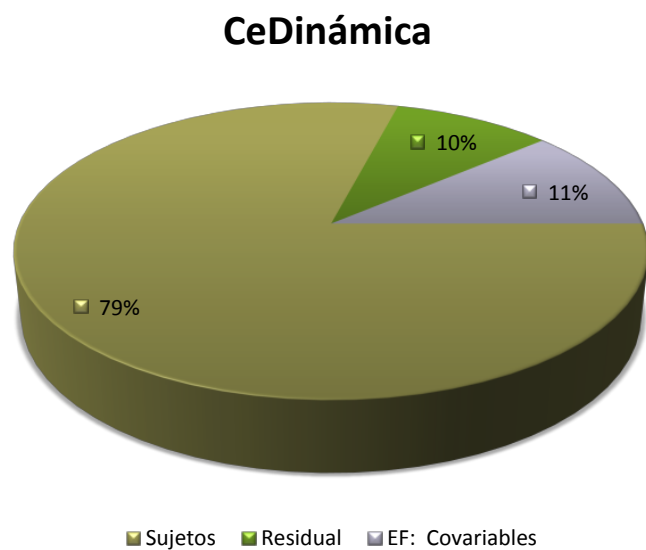


Figura 6.28: Componentes de la varianza para la variable CeD

6.5. Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP)

6.5.1. PEEP intrínseca

La comparación entre los valores de PEEP intrínseca medidos en los dos grupos de DSG, se realizó mediante el análisis de la varianza para un factor (Tabla 6.67).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación a esta variable entre los dispositivos.

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	1,18	0,56	0,86	1,35	0	2	0,175
LMA-P	47	0,97	0,48	0,78	1,23	0	2	

Tabla 6.67- PEEP intrínseca [PEEPi] (cmH₂O)

6.5.2. PEEP máxima alcanzada durante el Reclutamiento (PEEP max)

La comparación entre los valores de PEEPmax en los dos grupos de DSG, se realizó mediante el análisis de la varianza para un factor (Tabla 6.68).

No encontramos diferencias significativas en cuanto a PEEPmax entre los DSG para un intervalo de confianza del 95%, pero si las encontramos

para un IC del 90%, alcanzando el dispositivo LMA-P presiones PEEP mayores ($p = 0,073$).

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	14,01	3,95	13,43	14,33	7	15	0,073
LMA-P	47	14,53	3,56	12,70	14,65	10	15	

Tabla 6.68: PEEP máxima alcanzada durante el reclutamiento

6.5.3. PEEP máxima alcanzada (Si/No)

Comparamos si se logró alcanzar la PEEPmax establecida en el protocolo de reclutamiento o no, mediante la prueba de chi cuadrado (Tabla 6.69).

Encontramos diferencias significativas en cuanto a los pacientes que lograron alcanzar la PEEPmax establecida entre los grupos estudiados, siendo el grupo LMA-P el que consiguió completar el reclutamiento en mayor número de pacientes ($p = 0,036$).

En cuanto a las causas para no alcanzar la PEEPmax encontramos que, en la mayoría de los casos, se debe a que se alcanzó la PSOF y no se pudo subir más la PEEP por motivos de seguridad en la vía aérea. Por este motivo, no se completo el reclutamiento en el 18,8% de los pacientes con LMA-S (10 pacientes) y en el 10,6% de los pacientes con LMA-P (5 pacientes).

La repercusión hemodinámica negativa fue la otra causa para no completar el reclutamiento en los pacientes, por este motivo no se completo el reclutamiento en el 37,5% de los pacientes con LMA-S (6 pacientes) y en el 28,6% de los pacientes con LMA-P (2 pacientes).

Tabla 6.69: Tabla de contingencia: PEEPmáx alcanzada (Si/No)

			PEEPmax (Si/No)		Total
			No	Si	
Grupo LMA-S	Recuento		16	37	53
	% dentro de Grupo		30,2%	69,8%	100%
LMA-P	Recuento		7	40	47
	% dentro de Grupo		14,9%	85,1%	100%
Total	Recuento		23	77	100
	% dentro de Grupo		23%	77%	100%

6.6. Repercusión hemodinámica del reclutamiento

6.6.1. Presión Arterial Media (PAM)

La comparación entre los valores medios de PAM en los dos grupos de DSG, se realizó mediante el análisis de la varianza para un factor (Tabla 6.70).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación a esta variable entre los dispositivos.

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	68,09	4,66	67,07	71,23	48	86	0,341
LMA-P	47	71,29	5,12	69,15	72,67	57	90	

Tabla 6.70: Presión arterial media [PAM] (mmHg)

Únicamente 8 pacientes en total (6 LMA-S y 2 LMA-P) presentaron repercusión hemodinámica negativa que obligó a no seguir subiendo la PEEP durante el reclutamiento, no encontrando diferencias significativas entre los dos tipos de DSG.

Todos los pacientes recuperaron cifras tensionales normales aumentando la fluidoterapia, excepto un paciente del grupo LMA-S que precisó un bolo de 15 mg de efedrina i.v para normalizar la PAM.

6.7. Efectos adversos intraoperatorios

El análisis comparativo de la incidencia de efectos adversos ocurridos durante el periodo intraoperatorio, se realizó mediante la prueba de chi-cuadrado (Tablas 6.71, 6.72 y Figuras 6.29 y 6.30).

La incidencia global de estas complicaciones fue muy baja en toda la muestra. Se detallan a continuación los datos obtenidos de estas variables.

6.7.1. Tos

No se hallaron diferencias significativas en cuanto a la incidencia de tos entre los grupos estudiados ($p = 0,489$). Se registró tos en 4 pacientes del grupo LMA Supreme, y tan sólo en un paciente del grupo LMA Proseal (Tabla 6.71).

Tabla 6.71: Tabla de contingencia: Tos

			Tos (Si/No)		Total
			No	Si	
Grupo LMA-S	Recuento		49	4	53
	% dentro de Grupo		92,5%	7,5%	100%
LMA-P	Recuento		46	1	47
	% dentro de Grupo		97,9%	2,1%	100%
Total	Recuento		95	5	100
	% dentro de Grupo		95%	5%	100%

6.7.2. Broncoaspiración / Estridor/ Laringoespasmo /

Broncoespasmo

Únicamente observamos un caso de broncoespasmo en un paciente del grupo LMA-S. Se trataba de una paciente con antecedentes de asma alérgico, el episodio de broncoespasmos fue leve, cedió espontáneamente y se produjo a los 10 minutos de su estancia en la Unidad de Recuperación Postanestésica (URPA), por lo que tendría poca relación con el uso del DSG y pertenecería más al grupo de complicaciones postoperatorias de un modo casi anecdótico. Por este motivo, no se realizó análisis de asociación estadística para esta variable. En cualquier caso, los dos tipos de DSG se mostraron muy seguros debido incidencia casi nula y muy poco relevante de este tipo de eventos.

6.7.3. Hipoxia

No se registró ningún episodio de hipoxia en todos los pacientes estudiados. Al tratarse de una constante tampoco realizamos análisis estadístico. Estos datos reafirman la eficacia de estos dos DSG para el correcto manejo de la vía aérea y de la ventilación en la muestra analizada.

6.7.4. Presencia de sangre

No encontramos diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la incidencia de la presencia de sangre al retirar el dispositivo entre los grupos ($p = 0,805$). En el grupo LMA Supreme se observó sangre al retirar el dispositivo en 7 pacientes, mientras que en el grupo LMA Proseal fueron 6 pacientes (Tabla 6.72 y Figura 6.29). Como en el caso de las anteriores variables, se trata de incidencias bajas para cualquiera de los DSG estudiados.

Tabla 6.72: Tabla de contingencia: Presencia de sangre

			Sangre		Total
			No	Si	
Grupo	LMA-S	Recuento	46	7	53
		% dentro de Grupo	86,8%	13,2%	100%
	LMA-P	Recuento	41	6	47
		% dentro de Grupo	87,2%	12,8%	100%
Total	Recuento	87	13	100	
	% dentro de Grupo	87%	13%	100%	

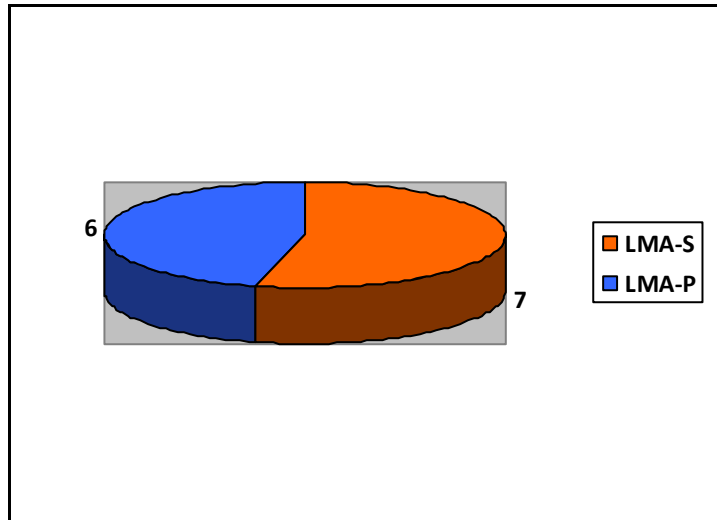


Figura 6.29: Diagrama sectorial: nº de casos de presencia de sangre

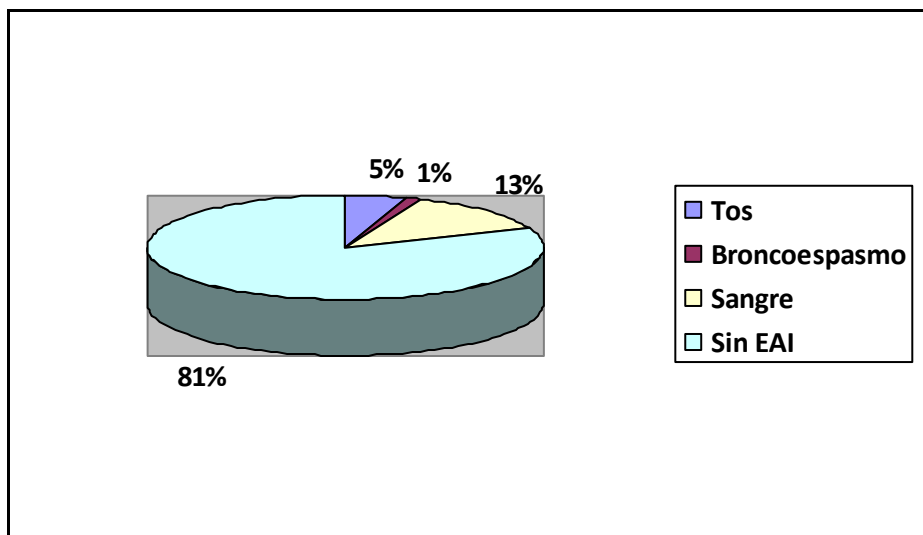


Figura 6.30- Diagrama sectorial: efectos adversos intraoperatorios totales (%)

6.8. Efectos adversos postoperatorios

Para el análisis comparativo de la variable estudiada en este apartado, el dolor de garganta a los 60 minutos de postoperatorio, se utilizó el test ANOVA unifactorial, pues se trata de un valor numérico concreto en un momento puntual del postoperatorio.

6.8.1. Dolor de garganta

Mostramos los datos del análisis estadístico realizado (Tabla 6.73 y Figura 6.31). El grupo del dispositivo LMA-S registró un mayor valor numérico de dolor, con un valor medio de $1,54 \pm 0,98$ (valor numérico \pm desviación estándar) y rango entre 0 y 3. Por otro lado, con LMA-P, se observó un valor medio en EVA de $1,21 \pm 1,15$ y rango entre 0 y 4. El análisis estadístico no encontró diferencias significativas entre los valores obtenidos para esta variable ($p = 0,203$).

Dispositivo	N	Media	DE	- IC 95%	+IC 95%	Rango		p
						Min.	Max.	
LMA-S	53	1,54	0,98	1,30	1,72	0	3	0,203
LMA-P	47	1,21	1,15	1,03	1,61	0	4	

Tabla 6.73 - Dolor de garganta (escala numérica EVA)

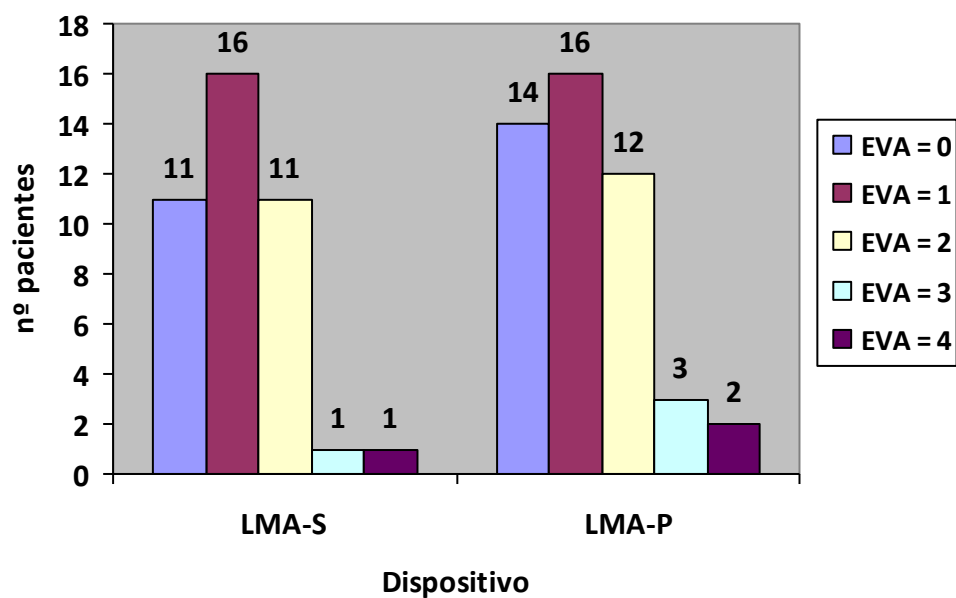


Figura 6.31: Histograma: número de pacientes con sus respectivos valores de EVA (escala numérica de dolor) registrados en cada grupo

7. DISCUSIÓN

7. Discusión

Consideramos importante situar este trabajo en el contexto general de la investigación sobre el uso clínico de los dispositivos supraglóticos y la realización de maniobras de reclutamiento alveolar con el objeto de mejorar la ventilación y la oxigenación del paciente bajo anestesia general. Se trata del único trabajo realizado hasta el momento que estudia la posibilidad de realizar reclutamientos en pacientes ventilados con dispositivos supraglóticos. No sólo estudia la viabilidad, efectividad y respuesta a dicho reclutamiento, sino que también compara el uso de dos dispositivos supraglóticos (con acceso gástrico) para dicho fin.

Por este motivo, de cara a realizar la discusión de esta tesis, nos encontramos con que este estudio no es directamente comparable con ningún otro publicado hasta la fecha, pues no existe ninguno de características similares. Por lo tanto, a lo largo de esta discusión, nos limitaremos a hacer comparaciones indirectas con otros estudios que pueden tener aspectos parciales y concretos en común con nuestro trabajo.

En este sentido, nos vamos a referir a un grupo de estudios que realizaron reclutamientos a pacientes a través de un tubo endotraqueal, generalmente durante procedimientos de anestesia general (para que pueda ser más comparable con el nuestro) y en ocasiones nos referiremos a trabajos realizados en pacientes intubados durante el periodo postoperatorio y/o con síndrome del distrés respiratorio (una de las aplicaciones más importante

del reclutamiento alveolar desde que comenzó a utilizarse en Anestesiología y en Terapia Intensiva).

Por otro lado, también haremos referencia a otros pocos estudios que se llevaron a cabo ventilando a los pacientes con mascarillas laríngeas y añadiendo cierto grado de PEEP durante el manejo ventilatorio. Aunque este procedimiento no es comparable al reclutamiento aplicado en nuestro estudio, es lo más parecido que hemos encontrado a nuestra forma de ventilar en trabajos realizados con mascarilla laríngea.

7.1. Análisis de la muestra y de las variables generales

Nuestro estudio posee un tamaño muestral adecuado ($N = 100$), cumpliendo con el tamaño muestral calculado (ver Material y Métodos) para la obtención de resultados estadísticamente aceptables. Si lo comparamos con otros trabajos realizados anteriormente con mascarillas laríngeas, encontramos un amplio espectro de tamaños muestrales, que van desde estudios con 40 pacientes hasta el clásico estudio de Verghese y cols.²⁶⁹ realizado durante dos años en varios hospitales británicos, publicado en 1996, que incluía 11.910 pacientes intervenidos quirúrgicamente con LMA Clásica. Si bien, la mayor parte de estudios realizados con LMA bajo anestesia general comprenden muestras entre 40 y 100 pacientes.

En cuanto a nuestra comparativa entre dos de los DSG más usados en la práctica clínica (LMA Supreme y LMA Proseal), hemos encontrado 16 estudios realizados hasta la fecha comparando el uso de estos dos DSG para cirugía bajo anestesia general, incluyendo estudios pediátricos. Esto sitúa a nuestro estudio dentro del panorama investigador actual y de máximo interés. Como se comentó anteriormente, en ninguno de estos estudios se realizaron maniobras de reclutamiento; se estudiaron parámetros habituales del uso de los DSG.

Si comparamos nuestro tamaño muestral con los estudios que realizaron reclutamientos en pacientes intubados, encontramos una amplísima variedad de muestras, que van desde 10²²⁰ hasta 983 pacientes²²¹, aunque la mayoría de estos trabajos estudiaron muestras entre 25-60 pacientes²²²⁻²³⁰. Cabe destacar dos estudios aleatorizados más recientes por sus tamaños muestrales: el estudio de Futier y cols.²³¹ con 400 pacientes y el estudio ProVHILO con 900 sujetos estudiados²³². Respecto a los trabajos realizados con LMA y el uso de PEEP en la ventilación, encontramos sendos estudios de Goldmann y cols., realizados sobre 148²³³ y 20 pacientes respectivamente²³⁴ y el trabajo de Froessler y cols. desarrollado con 80 pacientes²³⁵.

La muestra de nuestro estudio resultó ser homogénea, pues todas las variables antropométricas o generales evaluadas presentaron una distribución normal y en la mayoría no se encontraron diferencias

estadísticamente significativas entre los grupos. En cuanto al género, presentamos una muestra con 33% de hombres y 67% de mujeres sin diferencias significativas. La edad tampoco presentó diferencias entre los dos grupos estudiados. Sin embargo, sí encontramos una diferencia de 8,3 años entre la edad media de hombres y mujeres, siendo la edad mayor en éstas últimas, que resultó ser estadísticamente significativa ($p < 0,01$), aunque esta diferencia no tiene ninguna repercusión clínica en los datos del estudio.

En cuanto al peso, no existen diferencias entre ambos grupos, aunque en la distribución de peso por dispositivo encontramos una diferencia de 5,1 kg (IC95%: 0,16; 10,01) más para el grupo LMA-S, siendo estadísticamente significativa ($p=0,04$). Esta diferencia no tiene importancia para el desarrollo de los resultados, por un lado se trata de una diferencia mínima (muy próxima al límite de significación estadística o valor p de 0,05) y sobre todo, no afecta a las diferencias en el IMC (como se verá posteriormente), variable realmente más importante que el peso y la talla.

En el cruce entre peso y género, las mujeres de nuestra muestra pesaban 11,2 Kg menos que los hombres ($p < 0,001$); sabemos que las mujeres suelen pesar menos que los hombres generalmente y puesto que no hallamos diferencias significativas en las distribuciones de sexo por dispositivo, el sexo no actuaría como un factor de confusión en este caso.

En cuanto a las variables talla e IMC, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre grupos. El IMC medio fue de $25,9 \pm 3,5$ (IC 95% 25,2-26,6) kg/m^2 y fueron incluidos 11 pacientes con obesidad moderada (IMC = 30-35 kg/m^2). No se admitieron pacientes con IMC superior debido a los criterios de exclusión del estudio (ver Material y Métodos), pues en estos pacientes estaría muy limitada la capacidad de realizar el reclutamiento por motivos de presión en la vía respiratoria.

La mayoría de nuestros pacientes fueron de bajo riesgo anestésico-quirúrgico perioperatorio (ASA I y II) y sólo 6 pacientes fueron ASA III, probablemente por el tipo de cirugías que se incluyeron en el estudio y su relación con este perfil de pacientes.

La cirugía mamaria acaparó más de la mitad de las intervenciones quirúrgicas realizadas (55% del total), seguido de procedimientos de cirugía ortopédica y traumatológica (35%). Otros procedimientos (10%) fueron: estudios electrofisiológicos de cardiología, cirugía de otorrinolaringología y cirugía de la pared abdominal. Estos resultados son fácilmente explicables en base a los criterios de selección de procedimientos quirúrgicos que permitieran hacer una correcta maniobra de reclutamiento: paciente en decúbito supino, con mesa quirúrgica en posición neutra, sin compresión abdomino-torácica, exclusión de cirugía laparoscópica, etc. (ver Material y Métodos).

Las variables “tiempo de anestesia” y “tiempo de cirugía” resultaron dentro de los márgenes normales para este tipo de intervenciones y no se encontraron diferencias entre ambos grupos.

7.2. Manejo de los dispositivos supraglóticos

7.2.1. Tamaño de los DSG

El tamaño de LMA más usado fue el n° 4 (68%), seguido del n° 5 (29%) y del n° 3 (3%). Esto se debe a que el 67% de los pacientes eran mujeres, ya que el 55% de las intervenciones fueron cirugía de la mama (aunque encontramos 4 casos de ginecomastia bilateral masculina) y el tamaño n° 4 es el más usado en mujeres por peso y tamaño. El tamaño n° 3 tiene su uso limitado, pues corresponde a pacientes con peso entre 30-50 kg.

No se encontraron diferencias significativas en cuanto al tamaño de los DSG en función del grupo.

7.2.2. Número de intentos de colocación del dispositivo

En general, los DSG fueron fáciles de colocar, pues en la mayor parte de los casos se colocaron al primer intento (86%). Encontramos diferencias significativas en el número de intentos de colocación entre los dos dispositivos ($p = 0,023$) a favor de LMA Supreme, que se insertó con éxito al primer intento en el 92,5% de los casos (7,5% al segundo intento y no requirió terceros intentos), frente al 78,7% de inserciones exitosas de

LMA Proseal al primer intento (19,2% al segundo y 2,1% al tercer intento).

Estos resultados concuerdan con los encontrados en la literatura, ya que la mayor parte de las comparativas entre estos dos DSG reflejan una mayor facilidad de inserción para LMA Supreme. Seet y cols.²³⁶ no encontraron diferencias en el tiempo de colocación de LMA-S y LMA-P, pero si las encontraron en cuanto al número de intentos de inserción. Otros estudios más recientes también concluyeron que el dispositivo LMA-S es más fácil de insertar que LMA-P²³⁷⁻²³⁸.

El dispositivo LMA Supreme, se creó fundamentalmente con la finalidad de facilitar su inserción, por eso incorpora mejoras en su diseño (curvatura anatómica, mayor rigidez y neumotaponamiento de tamaño no muy grande), que permiten su colocación con facilidad incluso por personal con poca experiencia en el manejo de LMA. Esto hace que en la mayoría de los estudios LMA Supreme sea significativamente más fácil de insertar que LMA Proseal y que otros DSG, incluidos dispositivos de última generación como la nueva mascarilla laríngea Ambu AuraGain®²³⁹⁻²⁴¹.

7.2.3. Test de sellado (TS) o Presión de sellado orofaríngea (PSOF)

Encontramos diferencias significativas entre los dispositivos ($p=0,015$), puesto que LMA-Proseal alcanzó una mayor presión de sellado ($32,06 \pm 3,95$ cmH₂O, rango: 26-39 cmH₂O), frente a LMA-Supreme ($30,05 \pm 3,60$ cmH₂O, rango: 22-37 cmH₂O).

En la inmensa mayoría de la bibliografía comparativa entre LMA-P y LMA-S, se evidencia la superioridad de LMA-P para alcanzar mayores presiones de sellado^{237, 238}, obteniendo estos autores valores similares a los encontrados en nuestro estudio.

El dispositivo LMA-P también ha demostrado alcanzar mayor presión de sellado comparado con otros DSG con acceso gástrico como i-gel^{108, 242-245}, aunque todavía no hay estudios publicados comparándola con DSG de última generación como Ambu AuraGain®.

LMA Proseal es el dispositivo que consigue un mejor sellado de la vía aérea hasta el momento y esto también es debido a su diseño creado especialmente para ventilar con un V_T mayor y soportar mayores presiones en la vía aérea. La presencia de su doble manguito (que mejora el TS sin aumentar la presión en la mucosa adyacente), la mayor profundidad de su copa, la posibilidad de introducir una SNG o una sonda de aspiración (mejorando su anclaje y la separación entre vía aérea y digestiva), la ausencia de barras separadoras de la epiglotis (aumentando su diámetro y la superficie del tubo de ventilación) y la mayor flexibilidad de su mango (facilita la adaptación del dispositivo ante movimientos de

cabeza y/o cuello), hacen de este dispositivo el más adecuado para ventilar con mayor volumen y mayor presión.

La capacidad de los dos DSG estudiados para soportar TS adecuadamente altos es un requisito importante en este estudio, pues si tenemos una presión de sellado adecuada, nos permitirá alcanzar Pva suficientemente elevadas para poder hacer un reclutamiento eficaz. Por este motivo, se decidió utilizar en este estudio DSG con acceso gástrico que permiten ventilar con mayor presión al paciente, o lo que es lo mismo, que alcanzan PSOF superiores a otros DSG. Teniendo en cuenta que para nuestro reclutamiento se emplearon niveles de PEEP elevados (15 cmH₂O), únicamente en 15 pacientes (10 del grupo LMA-S y 5 de LMA-P) no se pudo subir más la PEEP por motivos de seguridad y por lo tanto no se completó el reclutamiento en estos sujetos. Pero en el resto de pacientes (85) se pudo finalizar el reclutamiento para poder evaluar su efectividad en condiciones de seguridad.

Las diferencias encontradas en el TS entre los DSG son coherentes con la menor capacidad de LMA-S para alcanzar la PEEP máxima y completar así el reclutamiento, pero esto se comentará más adelante cuando discutamos los resultados obtenidos para esta variable.

Cabe destacar el hecho de que la maniobra del TS en sí misma, representa una maniobra de reclutamiento aunque no reglada, como las

descritas en apartados anteriores. Cuando realizamos este test, cerramos la válvula APL del respirador y aumentamos progresivamente la Pva en el paciente sin posibilidad de escape del aire inspirado hasta que escapa por la unión dispositivo-glotis cuando se alcanza la PSOF y se rompe el sellado. Justo en el momento que empieza la expiración, se registran valores de PEEP considerables, entre 10-15 cmH₂O fueron los observados en este estudio, que corresponden a la distensión alveolar remanente de la inspiración forzada a altas presiones. Conceptualmente no se trata de una auténtica PEEP, sino de presión positiva a lo largo de toda la expiración, pero el respirador la interpreta como tal y entendemos que el efecto es similar a la PEEP. El mecanismo es muy similar a la maniobra de reclutamiento a capacidad vital en modo manual, pero en este caso cerramos la válvula APL totalmente y dejamos que sea la PSOF el “escape natural” del aire inspirado. Sin embargo, el TS no es equivalente a una MRA reglada, puesto que, aunque se alcanzan altas Pva y PEEP durante el mismo, se limita a un espacio de tiempo muy corto (20-60 s, normalmente), que no se vuelve a repetir, al contrario que las MRA. De todos modos, por los motivos comentados, podemos considerar esta maniobra útil para mejorar la ventilación y oxigenación del paciente, pues sigue un mecanismo fisiológico similar al de las MRA, con amplia evidencia científica sobre su efectividad.

7.3. Ventilación

7.3.1. Volumen Tidal espirado (V_{Te})

En general, LMA-P alcanzó mayores valores de V_{Te} en la ventilación de los pacientes en los distintos momentos estudiados según nuestro protocolo. Estos valores medios oscilaron entre $556,46 \pm 52,3$ y $571,44 \pm 50,87$ ml para LMA-P y $546,50 \pm 48,20$ y $565,05 \pm 50$ ml para LMA-S. Sólo se observaron diferencias significativas en el momento V_{Te} -PEEP_{max} ($p=0,045$), donde LMA-P ventiló con un V_{Te} medio de 9,94 ml mayor que LMA-S.

No son muchos los trabajos que incluyen esta variable para evaluar la capacidad ventilatoria de los DSG. Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Lee y cols.¹⁰⁷ en su estudio realizado en laparoscopia ginecológica y con otros autores que realizaron estas mediciones^{237, 238}. Sin embargo, pese a la escasez de estudios que evalúen el V_T (tanto expirado como inspirado), parece razonable pensar que la LMA Proseal consigue valores ventilatorios más altos en términos de volumen, ya que esto va en consonancia con su capacidad para alcanzar una mayor presión de sellado, consecuencia de su diseño especial de doble manguito y otras características ya comentadas.

Podemos observar que en la muestra general, los V_{Te} más bajos se registraron en el momento de PEEP máxima, debido a la PEEP elevada aplicada en este momento de la que la ventilación, que en pacientes

ventilados en modo volumen-control puede repercutir en un leve detrimento del V_{Te} , como así ocurrió en nuestro estudio. Por otro lado, los V_{Te} más elevados se observaron después del reclutamiento, lo que induce a pensar que la maniobra de reclutamiento también tiene cierta efectividad en la mejora del volumen alcanzado en esta fase ventilatoria. Esto resulta lógico si tenemos en cuenta que el V_T representa el numerador del cociente que calcula la complianza (tanto estática como dinámica) durante la ventilación.

Más adelante podremos ver si esta mayor capacidad ventilatoria de la LMA-P en términos volumétricos tiene relación o no con una mayor capacidad para alcanzar complianzas más elevadas en estos pacientes.

7.3.2. Presiones en vía aérea (Pva)

Tanto las presiones pico en vía aérea (Pva-pc) como las presiones meseta (Pva-ms), fueron muy similares entre los grupos en los cuatro momentos estudiados. No se encontraron diferencias en cuanto a la Pva-pc entre los dispositivos, ya que LMA-P sólo registró presiones medias ≤ 1 cmH₂O más altas que LMA-S.

En cuanto a la Pva-ms, sólo encontramos diferencias para un IC del 90% en la variable Pva-ms-PEEPmax ($p=0,063$), alcanzando el dispositivo LMA-P una presión media 1,31 cmH₂O mayor que LMA-S. Este resultado,

además de no tener la significación estadística fijada por el estudio, no tiene ningún tipo de relevancia clínica.

Nuestros resultados concuerdan con la mayoría de los estudios donde tampoco se encontraron diferencias en referencia a presiones entre los DSG.

En cualquier caso, no existieron pérdidas del sellado por elevación excesiva de la Pva-pc, ya que en la mayoría de los casos, la Pva-pc estuvo por debajo de la presión de sellado y únicamente en los 15 pacientes citados se dejó de aumentar la PEEP durante el reclutamiento por alcanzar la Pva-pc-PEEPmax el valor del TS (acorde con el protocolo de actuación del estudio).

7.3.3. Nivel de CO₂ espirado o End-Tidal CO₂ (EtCO₂)

No encontramos diferencias significativas en el valor medio del EtCO₂ entre los DSG estudiados, de hecho la diferencia media entre los dos grupos fue mínima, tan sólo 0,31 mmHg, valor indetectable por los monitores de capnografía, ya que su escala numérica de medición carece de decimales. Por lo tanto ambos dispositivos son prácticamente idénticos para esta variable con escasa varianza.

Estos resultados están en consonancia con los obtenidos en otros estudios similares^{246, 247}, aunque esta variable ha sido más estudiada en estudios sobre DSG con pacientes pediátricos, debido a la importancia de la misma en ventilación espontánea (modo ventilatorio muy habitual en estudios realizados en niños)^{248, 249}.

7.4. Reclutamiento/Oxigenación

7.4.1. SpO_2

El grado de saturación de oxígeno durante la ventilación y especialmente su evolución y respuesta a las maniobras de reclutamiento, es la primera variable de interés en esta parte tan importante del estudio.

Vamos a diferenciar dos aspectos dentro de esta variable para analizar los resultados obtenidos: por un lado, los valores de SpO_2 en los cuatro momentos puntuales estudiados durante el reclutamiento y por otro, la evolución de SpO_2 durante el reclutamiento (parte más importante del análisis estadístico realizado, de cara a obtener conclusiones).

El análisis estadístico descriptivo de esta variable, reveló que no existen diferencias significativas entre los dos dispositivos en cuanto a valores de SpO_2 en ninguno de los momentos estudiados ($p = 0,74 - 0,38$), es decir que ninguno de los DSG consiguió mejorar los valores de saturación de oxígeno respecto al otro durante los momentos analizados del reclutamiento. Este resultado es bastante coherente, pues parece difícil

encontrar diferencias en relación a la SpO_2 entre DSG que tienen un funcionamiento bastante similar. Ni siquiera hemos encontrado diferencias de este tipo entre DSG de segunda y de primera generación (LMA Clásica y variantes) en la literatura. Esto se debe a dos motivos principalmente: a la eficacia ventilatoria de los DSG en general y a la naturaleza de la variable que nos ocupa, pues se trata de una variable con escasa varianza ($\text{media} \pm \text{DE} = 99,4 \pm 0,76 \%$ y $\text{rango} = 97 - 100 \%$), lo que hace muy difícil detectar diferencias significativas en esta variable, teniendo en cuenta que los monitores de SpO_2 no tienen capacidad para medir decimales en el valor estimado.

La evolución de SpO_2 durante el reclutamiento en términos descriptivos, nos muestra resultados, que si bien no son muy ilustrativos en términos numéricos, si que empiezan a mostrarnos una primera idea de lo que ocurre con esta variable durante el procedimiento. El valor numérico de SpO_2 aumenta de $99 \pm 0,84 \%$ en situación basal a $99,7 \pm 0,58 \%$ tras el reclutamiento. Esta mejoría en la saturación es muy poco visible debido al efecto de la baja varianza que hemos comentado. Este efecto lo vemos de forma más clara en el gráfico correspondiente (Figura 6.23), pues sólo podemos ver unas pocas líneas representando la evolución de SpO_2 durante el reclutamiento en cada uno de los 100 pacientes estudiados. Este efecto gráfico se debe a la superposición de líneas de representación de los pacientes por la poca variabilidad que presentaron para la variable, tanto entre-sujetos como intra-sujetos (cuando expliquemos las gráficas

de las variables de complianza, veremos la gran diferencia que existe en cuanto al trazo de las líneas representadas).

Cuando aplicamos la estadística analítica a la evolución de la SpO_2 durante el reclutamiento, empezamos a ver más claro lo que se vio en la parte descriptiva, gracias a los datos revelados por el modelo de efectos mixtos creado para este análisis. Este modelo encontró diferencias significativas para la evolución de SpO_2 durante el reclutamiento ($p < 0,01$) en general. Analizando los valores obtenidos por el modelo en cuanto a efectos fijos, es decir, la relación entre SpO_2 y los distintos momentos (Tabla 6.55), destacamos las siguientes observaciones:

- Los coeficientes van en aumento a medida que avanza el reclutamiento: después de esta maniobra, la SpO_2 mejora 0,70 puntos porcentuales respecto de la basal.
- Los valores de “p” son estadísticamente significativos ($p < 0,01$) para cada momento respecto del inmediatamente anterior.
- Los intervalos de confianza (IC), resultados tan importantes o más que el valor “p” a la hora de interpretar la estadística analítica de los modelos matemáticos, también van en aumento a medida que evoluciona y se completa el reclutamiento.
- Existe una relación negativa con la covariable IMC: se encontró un coeficiente negativo (-0,05), significación estadística con $p < 0,01$ e IC negativos (-0,08 y 0,02). Todo esto indica, que en la muestra

general, el aumento del IMC se relaciona con una disminución de la SpO_2 , concretamente, por cada unidad que aumenta el IMC (1 kg/m^2), disminuye la SpO_2 un 0,05 porcentual. Entre dos pacientes que tengan una diferencia de IMC de 10 kg/m^2 , encontraríamos un descenso de la SpO_2 equivalente a 0,5 (%).

Por todos estos motivos, pensamos que las maniobras de reclutamiento fueron eficaces en la muestra general del estudio en términos de mejora de la saturación de oxígeno.

En cuanto a los resultados entre los dos grupos, ocurre algo similar a lo que hemos visto en la muestra general, ya que los dos DSG se comportan de un modo parecido, cómo podemos observar en la (Tabla 6.57) pues tanto los coeficientes como los valores de “p” tienen valores casi idénticos. Únicamente encontramos una diferencia importante entre los dos dispositivos en cuanto a su relación con el IMC. Podemos ver que la relación negativa hallada en la muestra entre IMC y SpO_2 , es a expensas de LMA-S y no de LMA-P. Efectivamente, al comparar los DSG, encontramos un coeficiente más negativo (-0,08) junto con significación estadística ($p < 0,01$) para LMA-S, por lo que el descenso en la SpO_2 a medida que aumenta el IMC, es significativamente mayor para los pacientes que recibieron LMA-S.

Esta diferencia encontrada no es fácil de explicar a priori, pero pensamos que tiene relación con la mejor capacidad ventilatoria de LMA-P que

encontramos en este estudio. Por un lado en términos volumétricos (hallamos significación estadística en la variable V_{Te} -PEEPmax favorable a LMA-P), por otro en términos de PSOF (significación estadística en la variable TS también a favor de LMA-P) y por último en términos de complianza (significación estadística en la variable CeD PEEP +5 cmH₂O también a favor de LMA-P). Por lo tanto, pensamos que la peor capacidad ventilatoria de LMA-S respecto al otro DSG, aunque leve, puede hacer que disminuya la SpO₂ a medida que aumenta el IMC del paciente, pues los individuos más obesos presentan mayores presiones en su vía aérea y podrían acusar más esta pequeña diferencia en la capacidad ventilatoria de LMA-S.

Así pues, observamos que no hay diferencias en la efectividad del reclutamiento realizado entre dispositivos en cuanto a valores de SpO₂, los dos DSG mejoran por igual la saturación de oxígeno durante y después del mismo, diferenciándose sólo en la relación negativa entre IMC y SpO₂ más marcada con el uso de LMA Supreme.

Como referimos anteriormente, no existe ningún estudio similar al nuestro para poder comparar estos resultados, por lo que realizaremos la comparación con los trabajos que utilizaron LMA aplicando cierto grado de PEEP durante la ventilación de los pacientes. Froesler y cols.²³⁵ realizaron un estudio usando LMA Clásica en 80 pacientes adultos bajo ventilación espontánea en dos grupos: uno sin PEEP añadida y otro añadiendo 7 cmH₂O de PEEP. Comprobaron que la aplicación de PEEP no

mejoraba la SpO₂, obteniendo valores casi idénticos entre los dos grupos y sin significación estadística. Esto puede deberse por un lado, al uso de un DSG básico como la LMA Clásica (con las limitaciones ventilatorias que presenta frente a dispositivos de segunda generación como LMA-S y LMA-P) y por otro, a las limitaciones de su análisis estadístico, ya que no realizaron un test ANOVA para medidas repetidas (registraron los valores de dicha variable en 4 momentos de la intervención), limitándose a comparar la media \pm DE en los distintos momentos de medición. En nuestro caso y pese a la variabilidad tan escasa de esta variable, el modelo fue capaz de detectar las pequeñas diferencias que existieron entre los valores de SpO₂ antes y después del reclutamiento.

Puede que estas diferencias que hemos encontrado en la saturación de oxígeno sean pequeñas e incluso clínicamente intrascendentes, pero es la primera vez que se detectan cambios estadísticamente significativos en esta variable debido a la influencia del reclutamiento realizado con un DSG. También es la primera vez que se establece una relación inversa entre el IMC del paciente ventilado y su SpO₂ durante el reclutamiento para un DSG, LMA-S en este caso.

Otro trabajo, dirigido por Goldmann y cols.²³³, estudió el comportamiento de LMA-P en 148 adultos sometidos a ventilación controlada por presión (VCP) con diferentes niveles de PEEP en aumento durante la ventilación (0, 5 y 8 cmH₂O respectivamente). Además, estratificaron la muestra en un grupo de pacientes no obesos (IMC \leq 29 kg/m²) y otro de pacientes

obesos (IMC=30–36 kg/m²). Estos autores compararon muestras gasométricas arteriales (PaO₂) entre los grupos en dos momentos distintos: PEEP=0 vs PEEP=5 (parte 1 de la ventilación) y PEEP=5 vs PEEP=8 (parte 2 de la ventilación). La significación estadística de este trabajo fue muy exigente, pues se determinó un valor $p < 0,025$ como referencia. Los autores no encontraron diferencias en la oxigenación (PaO₂) de las muestras arteriales en ninguna de las fases ventilatorias del grupo de pacientes no obesos. Por el contrario, si observaron diferencias significativas ($p = 0,02$) en la fase 1 del grupo de pacientes obesos. Por lo que concluyen que el suplemento de 5 cmH₂O de PEEP en pacientes con VCP y LMA-P, mejora la oxigenación de pacientes obesos, pero no de pacientes no obesos.

Lo interesante de este estudio, a parte de la significación de dicha conclusión, es que introduce el concepto de reclutamiento alveolar durante el test de sellado del DSG. Es el único trabajo que hemos encontrado que menciona el hecho de que cuando realizamos un TS al inicio del acto anestésico-quirúrgico, se está produciendo un reclutamiento, maniobra que resulta ser muy valiosa después de la inducción anestésica y apnea del paciente. Como referimos anteriormente el TS no equivale a una MRA reglada, puesto que se alcanzan altas Pva y PEEP durante el mismo pero durante un breve espacio de tiempo pero sin duda se trata de una maniobra que puede mejorar la ventilación y oxigenación del paciente, puesto que sigue el mismo mecanismo

fisiológico que las MRA regladas que han demostrado ser muy eficaces. Sería interesante que se realizaran estudios que comprobaran si el hecho de hacer el TS al inicio de la anestesia general, produce un efecto similar a la MRA y mejora la oxigenación del paciente.

El tercer estudio de este grupo comparativo, conducido por el mismo Goldman y cols.²³⁴, presenta tres peculiaridades importantes: se realizó con pacientes pediátricos, con una muestra muy pequeña ($N = 20$) y consideraron los valores de PaO_2 arteriales como variable de eficacia de la PEEP aplicada. Estos niños fueron sometidos a intervenciones quirúrgicas programadas bajo anestesia general usando LMA-P para el manejo de la vía aérea. Todos los pacientes fueron ventilados con VCP, pero la mitad no recibieron soporte con PEEP ($PEEP = 0$) y la otra mitad fueron asistidos con $PEEP = 5 \text{ cmH}_2\text{O}$. Los autores concluyen que el dispositivo LMA-P puede ser usado en VCP más PEEP en sujetos pediátricos y que la aplicación de esta PEEP mejora el intercambio gaseoso en estos pacientes ($p < 0,001$).

El hecho de usar la PaO_2 para comprobar la efectividad del reclutamiento, hace incomparable sus resultados con los nuestros, al margen de tratarse de un estudio realizado en niños con una edad media de 4,5 años. Pero resulta interesante que este trabajo utilizase la LMA Proseal como DSG (es el único de este grupo que no utiliza LMA Clásica), pues optimiza el uso de PEEP en los pacientes usando un DSG de segunda generación y demuestra la eficacia del “mini reclutamiento” aplicado

gasométricamente. Este podría ser el siguiente paso para comprobar la efectividad de las MRA en pacientes ventilados con DSG, realizar un estudio que contemplase la variable PaO_2 en muestras gasométricas como objetivo principal en una muestra de pacientes adultos y, porque no, también de pacientes pediátricos.

A parte de estos tres estudios que hemos comentado, sólo encontramos otro trabajo que combinase el uso de LMA con la aplicación de PEEP intraoperatoria. Fueron Edmark y cols.²⁵⁰ quienes utilizaron CPAP (6-8 cmH_2O) a través de mascarilla facial, con $\text{FiO}_2 = 1$, durante la inducción anestésica, para posteriormente ventilar a los 60 pacientes con LMA Clásica y PEEP = 6-8 $\text{cm H}_2\text{O}$. Durante la educación y antes de retirar el DSG, dividen la muestra en dos grupos: uno que recibió una $\text{FiO}_2 = 0,3$ y el grupo control que fue ventilado con $\text{FiO}_2 = 1$. Estudiaron las atelectasias postoperatorias (a los 14 minutos aproximadamente) producidas en los pacientes mediante TAC torácico (superficie de atelectasia en cm^2) y no encontraron diferencias significativas, por lo que el hecho de disminuir la FiO_2 a 0,3 en la fase previa a la retirada de la LMA no reducía las atelectasias pulmonares en el postoperatorio de los pacientes. Mediante el análisis post-hoc si encontraron una relación entre las atelectasias y dos variables preoperatorias: el hecho de ser fumador y la clase ASA de los pacientes.

Como vemos, este trabajo no puede compararse con el nuestro, puesto que sus grupos no se establecieron en base a la presencia o ausencia de

PEEP en la ventilación. Únicamente nos da una idea del grado de atelectasias que se pueden producir en la fase postoperatoria inmediata de pacientes ventilados con LMA, expresando los valores como media y rango [(5,5; 0-16,9) y (6,8; 0-27,5) cm², respectivamente], siendo hasta la fecha el único estudio con DSG que ha valorado estos datos mediante pruebas de imagen.

Algunos estudios sobre reclutamiento realizados en pacientes intubados incluyeron la SpO₂ entre sus variables a estudio. La mayor parte de los mismos, encontraron un aumento de la SpO₂ durante el periodo inmediatamente después de la MRA (10-60 min) estadísticamente significativo respecto al grupo control (sin MRA)^{92, 224, 232, 251, 252}.

Severgnini y cols.²³⁰, encontraron un descenso significativo en la SpO₂ en el grupo control durante el primer y tercer día postoperatorio de pacientes sometidos a cirugía mayor abdominal abierta, mientras que el grupo que recibió el reclutamiento mantuvo sus valores de saturación invariables.

Sin duda alguna, la variable más estudiada para valorar la eficacia de las MRA en pacientes con TET, es la PaO₂ obtenida de muestras arteriales. Muchos estudios encontraron un aumento significativo de la PaO₂ en pacientes intubados y sometidos a intervenciones quirúrgicas bajo anestesia general, a favor del grupo que recibió las MRA frente al grupo control^{90, 91, 229, 230, 232, 252-256}. Únicamente en el trabajo dirigido por Futier

y cols.²³¹, no se encontraron diferencias en esta variable en una muestra de 400 pacientes intervenidos de cirugía mayor abdominal abierta y laparoscópica.

Todavía encontramos un mayor número de artículos que estudiaron la PaO_2 y el reclutamiento en el ámbito no quirúrgico, en pacientes intubados con síndrome del distrés respiratorio e ingresados en Unidades de Cuidados Críticos. Casi todos estos autores confirmaron el aumento de la PaO_2 tras las MRA comparado con el grupo control^{220-222, 224-228, 257-263}. Tan sólo dos estudios observacionales^{93, 264} con una muestra de 17 y 27 pacientes respectivamente, no hallaron diferencias significativas en cuanto a valores de PaO_2 .

Algunos autores, incluso evaluaron otras variables de intercambio gaseoso ampliamente usadas en la actualidad. Es el caso de cuatro estudios^{90, 91, 252, 265} que incorporaron la relación PaO_2 / FiO_2 para valorar la repercusión del reclutamiento en términos de oxigenación y todos estos autores concluyeron que la PaO_2 / FiO_2 también mejora después de las MRA. Talab y cols.²⁵⁴, también encontraron una mejoría significativa en el gradiente alveolo-arterial de la PaO_2 ó $P(A-a)O_2$ en los pacientes reclutados.

Por lo tanto, concluimos que nuestros resultados respecto a la SpO_2 y el reclutamiento alveolar, concuerdan con los obtenidos por la gran mayoría de estudios realizados en pacientes intubados (ya que no hay estudios

con LMA para poder compararnos). Puesto que nuestro trabajo no contempla otras variables de intercambio gaseoso, como la PaO_2 , no podemos hacer una comparación directa, pero los estudios desarrollados con TET observaron una mejor oxigenación en los pacientes reclutados y esto apoyaría la idea de que una mejora en la SpO_2 suele ir acompañada de mejoras en las otras variables de intercambio gaseoso. Esto se ha demostrado para los pacientes intubados y ahora queda demostrarlo para los pacientes con DSG.

7.4.2. Complianza Efectiva Estática o CeE

El estudio de la evolución de la complianza efectiva estática o simplemente complianza estática durante el reclutamiento, es la segunda variable de interés en el apartado de reclutamiento y oxigenación.

Como hicimos para la variable SpO_2 vamos a diferenciar: por un lado, los valores de CeE en los cuatro momentos puntuales estudiados del reclutamiento y por otro, la evolución de CeE durante el reclutamiento.

El análisis estadístico descriptivo reveló que no existen diferencias significativas entre los dos dispositivos en cuanto a valores de CeE en ninguno de los momentos estudiados ($p = 0,72 - 0,46$), es decir que ninguno de los DSG consiguió mejorar los valores de CeE respecto al otro durante los momentos evaluados del reclutamiento. Este resultado es

coherente, pues es difícil encontrar diferencias en relación a la CeE entre DSG bastante similares. Existen muy pocos trabajos que hayan calculado la complianza pulmonar en pacientes ventilados con DSG y sólo hemos encontrado uno en el que se comparase la LMA Clásica con alguno de nuestro estudio en pacientes adultos, sin encontrar diferencias entre ambos²⁶⁵. Los valores de CeE basales obtenidos para toda la muestra fueron: media \pm DE = 53,2 \pm 12,1 y rango = 31,5 – 115,2 ml/cm H₂O, pero es difícil comparar nuestros datos con los pocos disponibles en la literatura sobre complianza en DSG. Algunos autores midieron la complianza en estos dispositivos encontrando datos variables: Khazin y cols.²⁶⁵ obtuvieron una CeE de 44 \pm 12 ml/cm H₂O para LMA-P, Russo y cols.²⁶⁶ calcularon una CeD de 43,4 \pm 11,4 ml/cm H₂O para LMA-S y Park y cols.²⁶⁷ midieron una CeE entre 39 – 58 ml/cm H₂O para LMA-S (rango tan amplio por medirse en intervenciones laparoscópicas). Estos valores medios de CeE son más bajos que los obtenidos en nuestro estudio, pero difícilmente comparables debido a la variabilidad de las muestras y de las variables estudiadas en cada uno: diferentes tipos de complianza, clase ASA (patología respiratoria), IMC, edad, sexo, posición del paciente, duración y tipo de intervención, tipo de ventilación, FiO₂, etc.

La evolución de CeE durante el reclutamiento en términos descriptivos, nos muestra resultados bastante claros de lo que ocurre con esta variable durante la MRA. El valor de CeE aumenta de 53,2 \pm 12,1 en situación basal a 58,6 \pm 13,7 ml/cm H₂O tras el reclutamiento. Esta mejoría en la

CeE, a diferencia de lo que ocurría con la SpO₂, es bastante visible, debido a la amplia varianza de esta variable (tanto entre-sujetos como intra-sujetos). En el gráfico correspondiente (Figura 6.24), podemos ver que la mayoría de las líneas (que representan la evolución de CeE durante el reclutamiento en cada uno de los 100 pacientes estudiados) tienen una tendencia ascendente y paralela, excepto unos pocos pacientes que presentan tramos o tendencias descendentes en la variable. Esto podría deberse a varios factores: errores de medición, influencia de la patología respiratoria leve en los ASA II-III, efecto de otras variables como el IMC, etc.

Al aplicar la estadística analítica a la evolución de la CeE durante el reclutamiento, vemos aún más claro lo que apunta la parte descriptiva, gracias a los datos revelados por el modelo de efectos mixtos creado para este análisis. Este modelo encontró diferencias significativas para la evolución de CeE durante la MRA ($p < 0,01$) en general. Analizando los valores obtenidos por el modelo respecto a efectos fijos, es decir, la relación entre CeE y los distintos momentos (Tabla 6.59), destacamos las siguientes afirmaciones:

- Los coeficientes van en aumento a medida que avanza el reclutamiento: después de esta maniobra, la CeE mejora 11,3 ml/cm H₂O respecto de la basal.
- Los valores de “p” son estadísticamente significativos ($p < 0,01$)

para cada momento respecto del inmediatamente anterior.

- Los intervalos de confianza (IC), tan importantes o más que el valor “p” a la hora de interpretar la estadística analítica de los modelos, también van en aumento a medida que evoluciona y se completa el reclutamiento.
- Existe una relación negativa con la covariable IMC: se encontró un coeficiente negativo (-0,9), significación estadística con $p = 0,01$ e IC negativos (-1,6 y 0,2). Todo esto indica, que en la muestra general, el aumento del IMC se relaciona con una disminución de la CeE, concretamente, por cada unidad que aumenta el IMC (1 kg/m^2), disminuye la CeE en 0,9 unidades. Entre dos pacientes que tengan una diferencia de IMC de 10 kg/m^2 , encontraríamos un descenso de la CeE equivalente a $9 \text{ ml/cm H}_2\text{O}$.

Por todos estos motivos, determinamos que las maniobras de reclutamiento fueron eficaces en la muestra general del estudio en términos de mejora de la complianza estática.

Los resultados comparativos entre los dos grupos, muestran algo similar a lo que hemos visto en la muestra general, por su comportamiento parecido, cómo podemos observar en la Tabla 6.61, pues tanto los coeficientes como los valores de “p” tienen valores muy similares. Sólo encontramos una diferencia importante entre los dos dispositivos en cuanto a su relación con el IMC. Podemos ver como la relación negativa

hallada en la muestra entre IMC y CeE, se produce a expensas de LMA-S. Efectivamente, al comparar los DSG, encontramos un coeficiente más negativo (-1,9) junto con alta significación estadística ($p < 0,001$) para LMA-S, por lo que el descenso en la CeE a medida que aumenta el IMC, es significativamente mayor para los pacientes ventilados con LMA-S.

Al igual que ocurría en la discusión de la variable SpO_2 , este hecho no resulta fácil de explicar, pero puede tener relación con la mejor capacidad ventilatoria de LMA-P que encontramos en este estudio. Por un lado en términos volumétricos (hallamos significación estadística en la variable V_{Te} PEEPmax favorable a LMA-P), por otro en términos de PSOF (significación estadística en la variable TS también a favor de LMA-P) y por último en términos de complianza (significación estadística en la variable CeD PEEP +5 también a favor de LMA-P). Por lo tanto, pensamos que la peor capacidad ventilatoria de LMA-S respecto a LMA-P, aunque leve, puede hacer que disminuya la SpO_2 a medida que aumenta el IMC del paciente, pues los individuos más obesos presentan mayores presiones en su vía aérea y podrían acusar esta pequeña diferencia en la capacidad ventilatoria de LMA-S.

Así pues, observamos que no hay diferencias en la efectividad del reclutamiento realizado entre dispositivos en cuanto a valores de CeE, los dos DSG mejoran por igual la complianza estática durante y después del mismo, diferenciándose sólo en la relación negativa entre IMC y CeE más marcada con el uso de LMA-S frente a LMA-P.

No podemos comparar nuestros resultados con los de los trabajos que utilizaron LMA aplicando cierto grado de PEEP durante la ventilación²³³⁻²³⁵, pues ninguno de estos trabajos midieron complianzas entre sus parámetros ventilatorios estudiados.

Cabe destacar que es la primera vez que se detectan cambios estadísticamente significativos en la CeE debido a la influencia del reclutamiento ejecutado con un DSG. También se establece por vez primera una relación inversa entre el IMC del paciente ventilado con un DSG y su CeE durante el reclutamiento.

Algunos trabajos sobre reclutamiento realizados en pacientes intubados incluyeron la complianza entre las variables a estudiadas. Casi todos los autores midieron la CeD como valor de distensibilidad pulmonar y sólo un estudio conducido por Iannuzzi y cols.²²⁶ midió los valores de CeE (también midieron CeD) durante y después de la MRA en pacientes obesos anestesiados, encontrando diferencias significativas a favor de los pacientes reclutados respecto al grupo control (sin MRA). Esto se debe probablemente a la tendencia que existe en los últimos años en medir sólo la CeD, sobre todo en pacientes críticos con SDRA, ya que se le da más importancia clínica a la distensibilidad propiamente pulmonar (CeD) que a la influida por factores pulmonares y de la pared torácica (CeE).

Por lo tanto, concluimos que nuestros resultados respecto a la CeE y el reclutamiento alveolar, concuerdan con los obtenidos en pacientes

intubados en la literatura (ya que no hay estudios con LMA con los que compararnos).

7.4.3. *Ce Dinámica o CeD*

El estudio de la evolución de la complianza efectiva dinámica o simplemente complianza dinámica durante el reclutamiento, es la tercera variable de interés del grupo reclutamiento/oxigenación.

Al igual que hicimos para las variables anteriores, diferenciamos: los valores de CeD en los cuatro momentos puntuales estudiados del reclutamiento y la evolución de CeD durante el reclutamiento.

El análisis estadístico descriptivo, reveló que no existen diferencias significativas entre los dos dispositivos en los valores de CeD en tres de los momentos estudiados ($p = 0,15 - 0,1$), es decir que ninguno de los DSG consiguió mejorar los valores de CeD respecto al otro durante la mayor parte del reclutamiento. Sin embargo, encontramos una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,046$) en el momento PEEP = 5 cmH₂O de 4,19 cmH₂O a favor de LMA-P. Este resultado estaría en consonancia con las pequeñas diferencias detectadas en el momento V_{Te}-PEEPmax ($p = 0,045$), que reflejaban un V_{Te} medio de 9,94 ml mayor para LMA-P. Esto podría indicar que, aunque los datos se registraron en momentos distintos de la MRA, la mayor capacidad ventilatoria de la

LMA-P en términos volumétricos, se relacionaría con la capacidad para alcanzar una CeD mayor con este DSG.

En cualquier caso, no le damos valor a esta diferencia por varias razones: por su escasa significación estadística, por no haber encontrado diferencias en ese mismo momento en la variable CeE y sobre todo, por su escasa relevancia clínica.

Estos resultados son coherentes y en la línea de los hallados en las otras variables, pues es difícil encontrar diferencias en cuanto a la CeD entre dos DSG de segunda generación similares. Los valores de CeD basales totales fueron: media \pm DE = 49,4 \pm 11,6 y rango = 26,4 – 89, ml/cmH₂O, pero como afirmamos anteriormente, es difícil comparar nuestros datos con los pocos disponibles en la literatura sobre complianza en DSG debido a la gran variabilidad entre los estudios.

La evolución de CeD durante el reclutamiento en términos descriptivos, nos ofrece resultados claros de lo que ocurre con la variable durante la MRA. El valor de CeD aumenta de 45,8 \pm 10,3 en situación basal a 53,8 \pm 12,5 ml/cm H₂O tras el reclutamiento. Esta mejoría en la CeD, al igual que ocurría con la CeE, es bastante evidente, incluso algo más que en la CeE, debido a la amplia varianza de esta variable (entre-sujetos e intra-sujetos) y a su DE y rango más ajustados. En el gráfico correspondiente a CeD (Figura 6.63), vemos que la mayoría de las líneas (que representan la

evolución de CeD durante el reclutamiento en cada uno de los 100 pacientes estudiados) tienen una tendencia ascendente y paralela, excepto unos pocos pacientes que presentan tramos o tendencias descendentes para esta variable. Esto podría deberse a varios factores: errores de medición, influencia de la patología respiratoria leve en los ASA II-III, efecto de otras variables como el IMC, efecto de variables no contempladas, etc.

La estadística analítica aplicada a la evolución de la CeD durante el reclutamiento, nos muestra aún más claro lo que veíamos en la parte descriptiva, gracias a los datos calculados por el modelo de efectos mixtos creado para este análisis. Este modelo encontró diferencias significativas para la evolución de CeD durante el reclutamiento ($p < 0,01$) en general. Analizando los valores obtenidos por el modelo para efectos fijos, es decir, la relación entre CeD y los distintos momentos de la MRA (Tabla 6.63), destacamos lo siguiente:

- Los coeficientes van en aumento a medida que avanza el reclutamiento: después de esta maniobra, la CeD mejora 7,9 ml/cm H₂O respecto de la basal.
- Los valores de “p” son estadísticamente significativos ($p < 0,01$) para cada momento respecto del inmediatamente anterior.
- Los intervalos de confianza (IC), tan importantes o más que el valor “p” a la hora de interpretar la estadística analítica de los modelos,

también van en aumento a medida que evoluciona y se completa el reclutamiento.

- Existe una relación negativa con la covariable IMC: encontramos un coeficiente negativo (-0,7), significación estadística con $p = 0,014$ e IC negativos (-1,3 y 0,2). Todo esto indica, que en la muestra general, el aumento del IMC se relaciona con una disminución de la CeD, concretamente, por cada unidad que aumenta el IMC (1 kg/m^2), disminuye la CeD en 0,7 unidades. Siguiendo los ejemplos anteriores, entre dos pacientes que tengan una diferencia de IMC de 10 kg/m^2 , encontraríamos un descenso de la CeD equivalente a $7 \text{ ml/cm H}_2\text{O}$.

Por todo esto, pensamos que las maniobras de reclutamiento fueron eficaces en la muestra general del estudio en términos de mejora de la complianza dinámica.

La comparativa entre grupos, muestran algo similar a lo que hemos visto en la muestra general, por el comportamiento parecido de estos DSG, como podemos observar en la Tabla 6.65, pues tanto los coeficientes como los valores de “p” tienen valores similares. Sólo encontramos una diferencia entre los dos dispositivos en su relación con el IMC. Podemos ver como la relación negativa encontrada en la muestra entre IMC y CeD, se produce también a expensas de LMA-S. Al comparar los dos DSG, encontramos un coeficiente más negativo (-1,6) junto con significación

estadística ($p < 0,01$) para LMA-S, por lo que el descenso en la CeD a medida que aumenta el IMC, es significativamente mayor para los pacientes manejados con LMA-S.

Como ocurre en las variable anteriores, este hecho no resulta fácil de explicar, pero puede estar en relación con la mejor capacidad ventilatoria de LMA-P que encontramos en este estudio. Tanto por motivos volumétricos (hallamos significación estadística en la variable V_{Te} PEEP max favorable a LMA-P), por motivos de PSOF (significación estadística en la variable TS también a favor de LMA-P) y por último por motivos de complianza (significación estadística en la variable CeD PEEP + 5 también a favor de LMA-P). Por lo tanto, pensamos que la peor capacidad ventilatoria de LMA-S respecto a LMA-P, aunque leve, puede hacer que disminuya la SpO_2 a medida que aumenta el IMC del paciente, pues los individuos con mayor IMC presentan mayores presiones en su vía aérea y podrían acusar esta pequeña diferencia en la capacidad ventilatoria de LMA-S.

Así pues, observamos que no hay diferencias en la efectividad del reclutamiento realizado entre dispositivos en cuanto a valores de CeD, los dos DSG mejoran por igual la complianza dinámica durante y después del mismo, diferenciándose sólo en la relación negativa entre IMC y CeD más marcada con el uso de LMA-S.

Tampoco podemos comparar nuestros resultados con los de otros

trabajos que utilizaron LMA aplicando cierto grado de PEEP durante la ventilación²³³⁻²³⁵, pues ninguno de estos trabajos midieron la CeD entre los parámetros ventilatorios estudiados.

Es la primera vez que se detectan cambios estadísticamente significativos en la CeD debido a la influencia del reclutamiento realizado con un DSG. También es la primera vez en establecer una relación inversa entre el IMC del paciente ventilado con un DSG y su CeD durante la MRA.

Algunos estudios sobre reclutamiento realizados en pacientes usando TET incluyeron la CeD como valor de distensibilidad pulmonar entre sus variables a estudio. Todos estos autores refieren un aumento significativo en cuanto a los valores de CeD en los pacientes que recibieron MRA frente a los pacientes que no fueron reclutados^{82, 90-93, 252}. Tan sólo encontramos un estudio, desarrollado por Severgnini y cols.²³⁰, en el que no se encontraron diferencias entre los pacientes que fueron reclutados y los que no, en relación con la CeD.

Por lo que concluimos que nuestros resultados respecto a la CeD y el reclutamiento alveolar, están en línea con los obtenidos en estudios con pacientes intubados, a la falta de estudios con DSG para poder hacer una comparación más directa.

7.5. Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP)

No encontramos diferencias significativas en cuanto a la **PEEP intrínseca** medida entre los dos grupos ($p = 0,175$). La PEEP intrínseca, auto-PEEP o PEEP oculta, es una consecuencia del vaciamiento incompleto de los pulmones como producto de una resistencia incrementada en las vías aéreas (a diferencia del PEEP extrínseco, en donde la resistencia se encuentra en la válvula espiratoria del ventilador). A diferencia de la PEEP extrínseca, la PEEPi empeora el intercambio gaseoso, pues este gas atrapado en los alveolos fruto del vaciamiento incompleto de los mismos, es un gas inerte o “no fresco” que apenas contribuye al intercambio gaseoso (la PEEP extrínseca consigue atrapar gas fresco). La suma de PEEP extrínseca + PEEP intrínseca da como resultado el valor PEEP total. Por lo tanto, cuanto mayor es la PEEPi que presenta el paciente, menos efectiva es la MRA pues aporta una menor cantidad de PEEP extrínseca. En este caso, no encontramos diferencias entre el atrapamiento inefectivo que produce cada DSG en el paciente (PEEPi), por lo que ambos dispositivos se comportan igual.

No hemos encontrado bibliografía que registrase esta variable como parte integrante del reclutamiento.

Tampoco encontramos diferencias significativas en cuanto a la PEEP máxima alcanzada durante el Reclutamiento o PEEPmax para un intervalo de confianza del 95% ($p = 0,073$). En cualquier caso, la mínima diferencia detectada entre DSG, una media de 0,48 cmH₂O entre los mismos, es totalmente irrelevante desde el punto de vista clínico. Lo

importante de estos datos, es que el valor PEEP máximo alcanzado durante la MRA se aproximó mucho al valor fijado de los 15 cmH₂O en toda la muestra.

Encontramos diferencias significativas en los pacientes que lograron alcanzar la PEEPmax establecida entre los grupos, siendo LMA-P el DSG que consiguió completar el reclutamiento en mayor número de pacientes ($p = 0,036$).

Estas diferencias se deben principalmente a las encontradas en el TS entre los dos dispositivos, puesto que LMA-P consiguió valores de PSOF medios casi 2 cmH₂O superiores a LMA-S y esto hace que los pacientes en los que se usó LMA-P tuvieran un mayor margen de sellado para permitir alcanzar el valor máximo de PEEP sin sobrepasar el valor del sellado orofaríngeo. Por este motivo, cuando durante la MRA la Pva-pc alcanzó la PSOF, no se completó el reclutamiento con PEEP = +15cmH₂O en 10 pacientes del grupo LMA-S frente a 5 pacientes del grupo LMA-P.

7.6. Repercusión hemodinámica del Reclutamiento

La repercusión hemodinámica de la MRA se valoró mediante el análisis de la variable PAM, aunque también se recogieron los datos correspondientes a la PAS y PAD.

Recordamos que los criterios de repercusión hemodinámica negativa fueron: PAM < 60 mmHg, PAS < 80 mmHg ó PAD < 50 mmHg.

No encontramos diferencias estadísticamente significativas en relación a esta variable entre los dispositivos.

La repercusión hemodinámica negativa fue la segunda causa por frecuencia para no completar el reclutamiento en los pacientes, concretamente en 6 del grupo LMA-S y en 2 del grupo LMA-P.

Parecen resultados coherentes y esperables para el tamaño muestral del estudio, puesto que no todos los pacientes toleran valores de PEEP cercanos a 15cmH₂O sin que exista repercusión en su estado hemodinámico, bien sea por sus valores tensionales basales, su patología previa, labilidad vasomotora, etc.

En cualquier caso, nuestros resultados no pueden compararse con otros autores, pues nadie ha evaluado la estabilidad hemodinámica con DSG usando valores PEEP elevados. Varios estudios sobre reclutamiento en pacientes intubados, refieren casos de hipotensión entre sus complicaciones, si bien la mayoría de los mismos se resolvieron limitando el ascenso de PEEP, con fluidoterapia o incluso usando algún vasopresor. Algunos de ellos evaluaron la repercusión hemodinámica entre grupo MRA y grupo control , concluyendo casi todos ellos que no existen diferencias significativas entre estos grupos^{230, 252, 254-256}. Sin embargo, Whalen y cols.⁹⁰, encontraron que el grupo del reclutamiento requirió mayor número de bolos de fármaco vasopresor que el grupo control de forma significativa.

7.7. Efectos adversos intraoperatorios

Gracias a diversos estudios^{209, 268}, es sabido que el uso de los DSG durante la anestesia general se asocia a una menor incidencia de efectos adversos intraoperatorios, tanto ventilatorios como hemodinámicos, respecto al uso del TET.

Verghese et al.²⁶⁹ realizaron un estudio sobre el uso de LMA en casi 12000 pacientes, para valorar la seguridad y eficacia de estos dispositivos tanto en usos convencionales como no convencionales. Dicho estudio nos mostró la baja incidencia, en términos de morbilidad, de estos dispositivos. En este artículo se clasificó la severidad de los efectos adversos según una escala de 1-3, siendo el grado 1 considerado leve, el grado 2 moderado y el grado 3 grave (con morbilidad permanente y/o mortalidad). Es sorprendente el número tan pequeño de efectos adversos relacionados con la vía aérea y la ventilación y la ausencia de mortalidad reportada por estos autores en una muestra tan grande. De hecho, no se reportó ningún episodio adverso grado 3; si se registraron 4 episodios de regurgitación (grado 1), 2 episodios de vómitos intraoperatorios (grado 1), un episodio de broncoaspiración (grado 2), 3 episodios de broncoespasmo (grado 1) y 8 episodios de laringoespasmo (grado 1).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en nuestro estudio, donde la incidencia global de estas complicaciones fue muy baja en toda la muestra. De hecho, de las cuatro variables estudiadas, a saber, tos,
249

broncoaspiración/ estridor/ laringoespasmo/ broncoespasmo, hipoxia y presencia de sangre, sólo aparecieron dos de ellas. Estas fueron la tos, para la cual no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados (apareció en 4 pacientes del grupo LMA-S y en 1 paciente del grupo LMA-P), y la presencia de sangre en el dispositivo que tampoco presentó diferencias significativas entre ambos grupos (apareció en 7 pacientes del grupo LMA-S y en 6 pacientes del grupo LMA-P).

Respecto a las otras dos variables, tan sólo apareció broncoespasmo en un paciente con antecedentes de asma alérgico; dicho episodio fue leve, autolimitado y se produjo 10 minutos después de llegar a la URPA, por lo que sería considerado más bien una complicación postoperatoria. No se registró ningún episodio de hipoxia.

Concluimos por ello que en un elevado porcentaje de pacientes (81%) no se registró ningún episodio adverso durante el procedimiento anestésico-quirúrgico.

En estudios anteriores, como el de Lu y cols.¹⁷², sí aparecieron diferencias significativas entre la LMA-C y la LMA-P respecto a la presencia de sangre al retirar el dispositivo. Se detectó sangre en el 15% de los pacientes del grupo LMA-P frente a ningún paciente en el de LMA-C ($p = 0,01$). Estos resultados se justifican por el mayor tamaño de la LMA Proseal respecto a su antecesora. La LMA-P tiene un tubo de mayor diámetro (incorpora el

canal de acceso gástrico) y sobre todo, tiene un manguito más grande y con mayor capacidad de inflado, lo que la hace más lesiva y con mayor capacidad para producir morbilidad.

Sin embargo, en cuanto a los estudios que comparan DSAG, como es el caso del nuestro, ninguno de ellos ha encontrado diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la aparición de efectos adversos intraoperatorios ^{107, 177, 236, 270-1}.

En definitiva, con nuestro estudio demostramos una vez más que la incidencia global de efectos adversos intraoperatorios atribuibles a los DSAG y relacionados con la vía aérea y la ventilación, es muy baja. De hecho, los resultados obtenidos en nuestro trabajo muestran una incidencia incluso menor que en muchos estudios anteriores. Esto en parte puede ser porque con el paso de los años no sólo ha mejorado la calidad de los DSAG, sino que también la experiencia del anestesiólogo respecto a su uso es mayor.

7.8. Efectos adversos postoperatorios

Numerosos estudios hacen referencia a los efectos adversos que aparecen en el postoperatorio en relación al uso de DSAG durante la anestesia general^{150, 156, 272-75}. De estos, los más estudiados han sido el dolor de garganta, la disfagia y la disfonía.

Sabemos, como se describe en numerosas publicaciones, que el uso de DSG durante la anestesia general va asociado a menor incidencia de dolor de garganta que la IET^{104, 109, 276-7}. Sin embargo, cuando se comparan distintos tipos de DSG, son pocas las diferencias que se encuentran en cuanto a morbilidad postoperatoria.

Al igual que en la mayoría de estudios realizados con DSG, nosotros también recogimos los resultados respecto a los efectos adversos postoperatorios, concretamente el dolor de garganta, en el postoperatorio inmediato, 60 minutos después de finalizada la cirugía. Si bien el grupo LMA-S registró un mayor valor numérico de dolor respecto al grupo LMA-P, el análisis estadístico no encontró diferencias significativas entre los valores obtenidos para esta variable.

Nuestros resultados concuerdan, por tanto, con los obtenidos por otros investigadores en otros estudios. Concretamente, Seet y cols.²³⁶ analizaron las molestias provocadas por LMA-S y LMA-P en la primera hora postoperatoria y no observaron diferencias en cuanto a dolor de garganta, disfagia o disfonía. En otro estudio posterior²⁷⁸, también se comparaban ambos DSG, esta vez haciendo uso de ellos en posición prona, no encontrando tampoco diferencias respecto a dichos efectos adversos postoperatorios.

Así pues, no será esta variable, el dolor de garganta, lo que nos haga inclinarnos a utilizar un DSG con preferencia respecto a otro, pues ambos presentan mínimos efectos adversos postoperatorios.

8. CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

- La realización de maniobras de reclutamiento alveolar con DSAG (LMA Supreme y LMA Proseal) durante la anestesia general en pacientes seleccionados, no sólo es viable, sino que es eficaz y segura. Podemos decir que es eficaz porque las variables SpO_2 , CeE y CeD experimentaron una clara mejoría tras el reclutamiento. Además afirmamos que es seguro puesto que las presiones alcanzadas en la vía aérea durante el reclutamiento no superaron la presión de sellado orofaríngea en la mayoría de los casos. Es la primera vez que se describe y se estudia el reclutamiento alveolar con DSG.
- La mascarilla LMA Supreme resultó más fácil de insertar pues requirió menor número de intentos para su colocación.
- No hemos encontrado diferencias en cuanto a la eficacia del reclutamiento entre ambos dispositivos. Sin embargo sí ha aparecido un hallazgo inesperado. Se trata de una relación inversa entre el IMC y la SpO_2 cuando el dispositivo empleado era la LMA Supreme.
- No encontramos diferencias en términos de capacidad ventilatoria entre ambos dispositivos.

- Encontramos que la LMA Proseal alcanzó presiones de sellado orofaríngeo superiores a la LMA Supreme, lo que nos permitió concluir un mayor número de reclutamientos.
- No encontramos diferencias en cuanto a la repercusión hemodinámica asociada a las maniobras de reclutamiento entre ambos dispositivos.
- La incidencia de efectos adversos intraoperatorios fue muy baja, no encontrando diferencias entre ambos dispositivos.
- La incidencia e intensidad de dolor de garganta en el postoperatorio inmediato fue baja y similar entre ambos grupos.

9. BIBLIOGRAFÍA

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Ellis H. The ribs and intercostal spaces. *Anesth Intensive Care Med* 2005; 6: 399-400.
2. Rouvière H. Anatomía del tórax. En: Compendio de anatomía y disección. Rouvière H, editor. Barcelona: Masson; 1959.
3. Ellis H. The main and segmental bronchi. *Anesth Intensive Care Med* 2005; 6: 397-8.
4. Fishman AP. Diseño y estructura del pulmón humano. En: Tratado de Neumología. Barcelona: Ed. Doyma; 1983.
5. Ellis H. The pleura, lobes and microstructure of the lungs. *Anesth Intensive Care Med* 2005; 6: 360.
6. Windisch W, Schönhofer B, Magnet FS, Stoelben E, Kabitz HJ. Diagnosis and treatment of diaphragmatic dysfunction. *Pneumologie*. 2016 Jul;70(7):454-61.
7. West JB. Mecánica de la respiración. En: West JB, editor. *Respiratory Physiology. The Essentials*. 3ªed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1985. P. 81-104.
8. Robbins PA, Zhang S. Ventilatory response to hypoxia in humans. *Respir Physiol* 1999; 115: 333-5.
9. McIlroy MB, Tierney DF, Nadel JA. A new method for measurement of compliance and resistance of lungs and thorax. *J Appl Physiol* 1963; 17: 424-9.

10. Magnusson L, Spahn DR. New concepts of atelectasis during general anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2003; 91:61–72.
11. Brooks-Brunn JA. Postoperative atelectasis and pneumonia: Risk factors. *Am J Crit Care*. 1995; 4:340–9.
12. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis: A pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology*. 2005; 102:838–54.
13. Lindberg P, Gunnarsson L, Tokics L, Secher E, Lundquist H, Brismar B, et al. Atelectasis and lung function in the postoperative period. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1992; 36:546–53.
14. Cai H, Gong H, Zhang L, Wang Y, Tian Y. Effect of low tidal volume ventilation on atelectasis in patients during general anesthesia: A computed tomographic scan. *J Clin Anesth*. 2007; 19:125–9.
15. Hedenstierna G. Alveolar collapse and closure of airways: Regular effects of anaesthesia. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2003; 23:123–9.
16. Eichenberger A, Proietti S, Wicky S, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR, et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: An underestimated problem. *Anesth Analg*. 2002; 95:1788–92.
17. Strandberg A, Tokics L, Brismar B, Lundquist H, Hedenstierna G. Atelectasis during anaesthesia and in the postoperative period. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1986; 30:154–8.
18. Warner D.O. Preventing postoperative pulmonary complications: The role of the anesthesiologist. *Anesthesiology*. 2000; 92:1467–72.

19. Tenling A, Hachenberg T, Tyden H, Wegenius G, Hedenstierna G. Atelectasis and gas exchange after cardiac surgery. *Anesthesiology*. 1998; 89:371-8.
20. Vargas FS, Cukier A, Terra-Filho M, Hueb W, Teixeira LR, Light R.W. Influence of atelectasis on pulmonary function after coronary artery bypass grafting. *Chest*. 1993; 104:434-7.
21. Oczenski W, Schwarz S, Fitzgerald R.D. Vital capacity manoeuvre in general anaesthesia: Useful or useless?. *Eur J Anaesthesiol*. 2004; 21:253-9.
22. Matsuoka Y, Zaitzu A, Hashizume M. Investigation of the cause of readmission to the intensive care unit for patients with lung edema or atelectasis. *Yonsei Med J*. 2008; 49:422-8.
23. Bendixen HH, Hedley-Whyte J, Laver M.B. Impaired oxygenation in surgical patients during general anesthesia with controlled ventilation. A concept of atelectasis. *N Engl J Med*. 1963; 269:991-6.
24. Brismar B, Hedenstierna G, Lundquist H, Strandberg A, Svensson L, Tokics L. Pulmonary densities during anesthesia with muscular relaxation - a proposal of atelectasis. *Anesthesiology*. 1985; 62:422-8
25. Lundquist H, Hedenstierna G, Strandberg A, Tokics L, Brismar B. CT-assessment of dependent lung densities in man during general anaesthesia. *Acta Radiol*. 1995; 36:626-32
26. Froese AB, Bryan AC. Effects of anesthesia and paralysis on diaphragmatic mechanics in man. *Anesthesiology* 1974; 41: 242-55

27. Warner DO, Warner MA, Ritman EL. Atelectasis and chest wall shape during halothane anesthesia. *Anesthesiology* 1996; 85: 49-59
28. Reber A, Nylund U, Hedenstierna G. Position and shape of the diaphragm: implications for atelectasis formation. *Anaesthesia* 1998; 53: 1054-61
29. Joyce CJ, Baker AB, Kennedy RR. Gas uptake from an unventilated area of lung: computer model of absorption atelectasis. *J Appl Physiol* 1993; 74: 1107-16
30. Loring SH, Butler JP. Gas exchange in body cavities. In: Farhi LE, Tenney SM, eds. *Handbook of Physiology. Section 3, The Respiratory System. Volume 4, Gas Exchange*. Bethesda, Maryland: Am Physiol Soc, 1987; 283-95
31. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, et al. Influence of gas composition on recurrence of atelectasis after a reexpansion maneuver during general anesthesia. *Anesthesiology* 1995; 82: 832-42
32. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, et al. Atelectasis and pulmonary shunting during induction of general anaesthesia – can they be avoided? *Acta Anaesthesiol Scand* 1996; 40: 524-9
33. Neumann P, Rothen HU, Berglund JE, et al. Positive end-expiratory pressure prevents atelectasis during general anaesthesia even in the presence of a high inspired oxygen concentration. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 295-301
34. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, et al. Respiratory system mechanics in

sedated, paralyzed, morbidly obese patients. *J Appl Physiol* 1997; 82: 811–18

35. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, et al. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during general anesthesia. *Anesth Analg* 1998; 87: 654–60

36. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Vicardi P, Gattinoni L. Total respiratory system, lung, and chest Wall mechanics in sedated paralyzed postoperative morbidly obese patients. *Chest* 1996; 109: 144-51

37. Pelosi P, Ravagnan I, Giurati G, et al. Positive end-expiratory pressure improves respiratory function in obese but not in normal subjects during anesthesia and paralysis. *Anesthesiology* 1999; 91: 1221–31

38. Perilli V, Sollazzi L, Bozza P, et al. The effects of the reverse Trendelenburg position on respiratory mechanics and blood gases in morbidly obese patients during bariatric surgery. *Anesth Analg* 2000; 91: 1520–5

39. Malbouisson LM, Humberto F, Rodrigues RR, Carmona MJ, Auler JO. Atelectasis during anesthesia: pathophysiology and treatment. *Rev Bras Anesthesiol.* 2008;58: 73-83

40. Gunnarsson L, Tokics L, Lundquist H, et al. Chronic obstructive pulmonary disease and anaesthesia: formation of atelectasis and gas exchange impairment. *Eur Respir J* 1991; 4: 1106–16

41. Gunnarsson L, Tokics L, Gustavsson H, Hedenstierna G. Influence of age on atelectasis formation and gas exchange impairment during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1991; 66: 423–32

42. Serafini G, Cornara G, Cavalloro F, et al. Pulmonary atelectasis during paediatric anaesthesia: CT scan evaluation and effect of positive endexpiratory pressure (PEEP). *Paediatr Anaesth* 1999; 9: 225–8
43. Andersson LE, Baath M, Thorne A, Aspelin P, Odeberg-Werner S. Effect of carbon dioxide pneumoperitoneum on development of atelectasis during anaesthesia, examined by spiral computed tomography. *Anesthesiology* 2005;102:293–9
44. Strang CM, Hachenberg T, Freden F, Hedenstierna G. Development of atelectasis and arterial to end-tidal PCO₂-difference in a porcine model of pneumoperitoneum. *Br J Anaesth*. 2009;103:298–303.
45. Cinnella G, Grasso S, Natale C, Sollitto F, Cacciapaglia M, Angiolillo M, et al. Physiological effects of a lung-recruiting strategy applied during one-lung ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008;52:766–75.
46. Hedenstierna G, Tenling A. The lung during and after thoracic anaesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2005;18:23–8.
47. Celebi S, Koner O, Menda F, Korkut K, Suzer K, Cakar N. The pulmonary and hemodynamic effects of two different recruitment maneuvers after cardiac surgery. *Anesth Analg* 2007;104:384–90.
48. Hedenstierna G, Edmark L. The effects of anesthesia and muscle paralysis on the respiratory system. *Intensive Care Med* 2005;31:1327–35.
49. Cote CJ, Goldstein EA, Cote MA, Hoaglin DC, Ryan JF. A single blind study of pulse oximetry in children. *Anesthesiology* 1988; 68: 184–8

50. Edmark L, Enlund M, Kostova-Aherdan K, Hedenstierna G. Atelectasis formation and apnoea tolerance after preoxygenation with 100%, 80%, or 60% oxygen. *Anesthesiology* 2001; 95: A1330
51. Rusca M, Wicky S, Proietti S, et al. Continuous positive airways pressure prevents atelectasis formation during induction of general anaesthesia. *Anesthesiology* 2001; 95: A1331
52. Moller JT, Johannessen NW, Berg H, Espersen K, Larsen LE. Hypoxaemia during anaesthesia - an observer study. *Br J Anaesth* 1991; 66: 437-44
53. Mathes DD, Conaway MR, Ross WT. Ambulatory surgery: room air versus nasal cannula oxygen during transport after general anesthesia. *Anesth Analg* 2001; 93: 917-21
54. Farmery AD, Roe PG. A model to describe the rate of oxyhaemoglobin desaturation during apnoea. *Br J Anaesth* 1996; 76: 284-91
55. Tseuda K, Debrand M, Bivins BA, Wright BD, Griffen WO. Pulmonary complications in the morbidly obese following jejunoileal bypass surgery under narcotic anesthesia. *Int Surg* 1980; 65: 123-9.
56. Crozier TA, Sydow M, Siewert JR, Braun U. Postoperative pulmonary complication rate and long-term changes in respiratory function following esophagectomy with esophagogastrostomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1992; 36: 10-15.
57. Griffin SM, Shaw IH, Dresner SM. Early complications after Ivor Lewis subtotal esophagectomy with two-field lymphadenectomy: risk factors and management. *J Am Coll Surg* 2002; 194: 285±97

58. McCulloch TM, Jensen NF, Girod DA, Tsue TT, Weymuller EA Jr. Risk factors for pulmonary complications in the postoperative head and neck surgery patient. *Head Neck* 1997; 19: 372±7
59. Papadakos PJ, Lachmann B. The open lung concept of mechanical ventilation: The role of recruitment and stabilization. *Crit Care Clin*, 23 (2007), pp. 241
60. Richard JC, Maggiore SM, Mercat A. Clinical review: Bedside assessment of alveolar recruitment. *Crit Care* 2004; 8: 163-9.
61. Kavanagh BP. Perioperative atelectasis. *Minerva Anesthesiol*, 74 (2008), pp. 285-287
62. Tokics L, Hedenstierna G, Strandberg A, Brismar B, Lundquist H. Lung collapse and gas exchange during general anesthesia: effects of spontaneous breathing, muscle paralysis, and positive end-expiratory pressure. *Anesthesiology* 1987; 66: 157-67
63. Reber A, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G. Lung aeration. The effect of pre-oxygenation and hyperoxygenation during total intravenous anaesthesia. *Anaesthesia* 1996; 51: 733-7
64. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, et al. Prevention of atelectasis during general anaesthesia. *Lancet* 1995; 345: 1387-91
65. Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M, Hedenstierna G. Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology*. 2003; 98: 28–33
66. Lumb AB. Just a little oxygen to breathe as you go off to sleep is it

always a good idea? *Br J Anaesth.* 2007; 99:769–71

67. Hedenstierna G. Airway closure, atelectasis and gas exchange during anaesthesia. *Minerva Anesthesiol.* 2002; 68:332–6

68. Rusca M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Hedenstierna G, Spahn DR, et al. Prevention of atelectasis formation during induction of general anaesthesia. *Anesth Analg.* 2003; 97:1835–9

69. Herriger A, Frascarolo P, Spahn DR, Magnusson L. The effect of positive airway pressure during pre-oxygenation and induction of anaesthesia upon duration of non-hypoxic apnea. *Anaesth* 2004; 59: 243-7.

70. Dambrosio M, Roupie E, Mollet JJ, Anglade MC, Vasile N, Lemaire F, et al. Effects of positive end-expiratory pressure and different tidal volumes on alveolar recruitment and hyperinflation. *Anesthesiology* 1997; 87:495–503

71. Dyhr T, Nygard E, Laursen N, Larsson A. Both lung recruitment maneuver and PEEP are needed to increase oxygenation and lung volume after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2004; 48:187–97

72. Toth I, Leiner T, Mikor A, Szakmany T, Bogar L, Molnar Z. Hemodynamic and respiratory changes during lung recruitment and descending optimal positive end-expiratory pressure titration in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 2007; 35:787–93.

73. Tusman G, Bohm SH, Va´zquez de Anda GF, Do Campo JL, Lachmann B. ‘Alveolar recruitment strategy’ improves arterial oxygenation during

general anaesthesia. *Br J Anaesth.* 1999; 82:8–13

74. Tusman G, Bohm SH, Sua´ rez-Sipmann F, Turchetto E. Alveolar recruitment improves ventilatory efficiency of the lungs during anesthesia. *Can JAnaesth* 2004; 51:723–7.

75. Lachmann B. Open up the lung and keep the lung open. *Intensive Care Med* 1992; 18: 319-21.

76. Villagra ANA, Ochagavia ANA, Vatua S, et al. Recruitment maneuvers during lung protective ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;165:165-70.

77. Grasso S, Mascia L, Del Turco M, et al. Effects of recruiting maneuvers in patients with acute respiratory distress syndrome ventilated with protective ventilatory strategy. *Anesthesiology* 2002; 96: 795-802.

78. Pova P, Almeida E, Fernandes A, et al. Evaluation of a recruitment maneuver with positive inspiratory pressure and high PEEP in patients with severe ARDS. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004; 48: 287-93.

79. Tugrul S, Akinci O, Ozcan PE, et al. Effects of sustained inflation and postinflation positive end-expiratory pressure in acute respiratory distress syndrome: focusing on pulmonary and extrapulmonary forms. *Crit Care Med* 2003; 31: 738-44.

80. Kavanagh BP. Lung recruitment in real time: Learning was never so easy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;167(12):1585-6.

81. Maisch S, Reissman H, Fuellekrug B, Weismann D, Rutkowski T, Tusman G, et al. Compliance and dead space fraction indicate an optical

level of positive end-expiratory pressure after recruitment in anesthetized patients. *Anesth Analg* 2008; 106: 175-81.

82. Tusman G, Bohm SH, Melkum F, Nador CR, Staltari D, Rodríguez A, et al. Effects of the alveolar recruitment maneuver and PEEP on arterial oxygenation in anesthetized obese patients. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2002; 49: 177-83.

83. Squadrone V, Coia M, Cerutti E, Schellino MM, Biolino P, Occella P, et al. Piedmont Intensive Care Units Network (PICUN). Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia. *JAMA*. 2005;293(5):589-95.

84. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G. Re-expansion of atelectasis during general anaesthesia: a computed tomography study. *Br J Anaesth* 1993;71(6):788-95.

85. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G. Re-expansion of atelectasis during general anaesthesia may have a prolonged effect. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995; 39 (1): 118-25.

86. Nielsen J, Ostergaard M, Kjaergaard J, Tingleff J, Berthelsen PG, Nygaard E, et al. Lung recruitment maneuver depresses central hemodynamics in patients following cardiac surgery. *Intensive Care Med* 2005; 31: 1148-9.

87. Rothen HU, Neumann P, Berglund JE, Valtysson J, Magnusson A, Hedenstierna G. Dynamics of re-expansion of atelectasis during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1999; 82: 551-6.

88. Johnson D. Lung recruitment during general anesthesia. *Can J*

Anaesth 2004; 51: 649-53.

89. Hartland BL, Newell TJ, Damico N. Alveolar recruitment maneuvers under general anesthesia: a systematic review of the literature. *Respiratory Care* 2015; 60 (4): 609-20.

90. Whalen FX, Gajic O, Thompson GB, Kendrick ML, Que FL, William BA, et al. The effects of the alveolar recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on arterial oxygenation during laparoscopic bariatric surgery. *Anesth Analg* 2006; 102: 298-305.

91. Weingarten TN, Whalen FX, Warner DO, Gajic O, Schears GJ, Snyder MR, et al. Comparison of two ventilatory strategies in elderly subjects undergoing major abdominal surgery. *Br J Anaesth* 2010; 104(1):16-22.

92. Almarakbi WA, Fawzi HM, Alhashemi JA. Effects of four intraoperative ventilatory strategies on respiratory compliance and gas exchange during laparoscopic gastric banding in obese subjects. *Br J Anaesth* 2009; 102(6): 862-868.

93. Sprung J, Whalen FX, Comfere T, Bosnjak ZJ, Bajzer Z, Gajic O, et al. Alveolar recruitment and arterial desflurane concentration during bariatric surgery. *Anesth Anal* 2009;108(1):120-127.

94. Maktabi MA, Smith RB, Todd MM. Is routine endotracheal intubation as safe as we think or wish? *Anesthesiology* 2003; 99(2): 247-8.

95. Miller DM. A proposed classification and scoring system for supraglottic sealing airways: a brief review. *Anesth Analg* 2004; 99(5): 1553-9; table of contents.

96. Timmermann A. Supraglottic airways in difficult airway management: successes, failures, use and misuse. *Anaesth* 2011; 66 (2): 45-56.

97. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003; 98(5): 1269-77.

98. Timmermann A, Eich C, Russo SG, et al. Prehospital airway management: a evaluation of anaesthesia trained emergency physicians. *Resuscitation* 2006; 70(2): 179-85.

99. Middleton P. Insertion techniques of the laryngeal mask airway: a literature review. *J Perioper Pract* 2009; 19(1): 31-5.

100. Díaz Castellanos MA, Cantalapiedra Santiago JA, Ruiz Bailén M, et al. Asistencia respiratoria y circulatoria avanzadas. En: Masson, editor. *Manual de Soporte Vital Avanzado*. Barcelona; 2003. p. 51-80.

101. Hoyle JD Jr, Jones JS, Deibel M, Lock DT, Reischman D. Comparative study of airway management techniques with restricted access to patient airway. *Prehosp Emerg Care* 2007; 11(3): 330-6.

102. Eschertzhuber S, Brimacombe J, Kaufmann M, Keller C, Tiefenthaler W. Directly measured mucosal pressures produced by the i-gel(TM) and laryngeal mask airway (TM) in paralysed anaesthetised patients.

Anaesthesia 2012; 67(4): 407- 10.

103. Mizrak A, Kocamer B, Deniz H, Yendi F, Oner U. Cardiovascular changes after placement of a classic endotracheal tube , double-lumen tube and Laryngeal Mask Airway. J Clin Anesth 2011; 23(8): 616-20.

104. Mizutamari E, Yano T, Ushijima K, et al. A comparison of postoperative sore throat after use of laryngeal mask airway and tracheal tube. J Anesth 2004; 18(3): 151-7.

105. Lopez-Gil M, Brimacombe J, Keller C. A comparison of four methods for assessing oropharyngeal leak pressure with laryngeal mask airway (LMA) in paediatric patients. Paediatr Anaesth 2001; 11(3): 319-21.

106. Brimacombe JR, editor. Laryngeal Mask Anesthesia.Principles and practice.2a ed. Saunders Ed. Canadá; 2005.

107. Lee AK, Tey JB, Lim Y, Sia AT. Comparison of the single-use LMA supreme with the reusable ProSeal LMA for anaesthesia in gynaecological laparoscopic surgery. Anaesth Intensive Care 2009; 37(5): 815-819.

108. Shin HW, Yoo HN, Bae GE, Chang JC, Park MK, You HS, Kim HJ, Ahn HS. Comparison os oropharyngeal leak pressure and clinical performance of LMA ProSeal and i-Gel in adults: Meta-analysis and systematic review. J Int Med Res. 2016 Jun; 44(3): 405-18.

109. Radu AD, Miled F, Marret E, et al. Pharyngo-laryngeal discomfort after breast surgery: Comparison between orotracheal intubation and laryngeal mask. *Breast* 2008; 17(4): 407-11.
110. Benumof JL. Laryngeal mask airway and the ASA difficult airway algorithm *Anesthesiology* 1996; 84(3): 686-99. Review.
111. Boisson-Bertrand D, Bourgain JL, Camboulives J, et al. [Difficult intubation. French Society of Anesthesia and Intensive Care. A collective expertise]. *Ann Fr Anesth Reanim* 1996; 15: 207-14.
112. Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ, et al. The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth* 1998; 45: 757-76.
113. Braun U, Goldmann K, Hempel V, Krier C. [Airway management]. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 2004; 45: 302-6.
114. Petrini F, Accorsi A, Adrario E, et al. Recommendations for airway control and difficult airway management. *Minerva Anesthesiol* 2005; 71: 617-57.
115. Henderson JJ, Popat MT, Latta IP, Pearce AC. Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Anaesthesia* 2004; 59: 675-94.
116. Heidegger T, Gerig HJ, Henderson JJ. Strategies and algorithms for management of the difficult airway. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2005; 19: 661-74.

117. Joffe AM, Liew EC. Intubation through the LMA-Supreme: a pilot study of two techniques in a manikin. *Anaesth Intensive Care* 2010; 38(1): 33-8.
118. Jagannathan N, Roth AG, Sohn LE, et al. The new air-Q intubating laryngeal airway for tracheal intubation in children with anticipated difficult airway: a case series. *Paediatr Anaesth*. 2009; 19(6): 618-22.
119. Bakker EJ, Valkenburg M, Galvin EM. Pilot study of the air-Q intubating laryngeal airway in clinical use. *Anaesth Intensive Care* 2010; 38(2): 346-8.
120. Jagannathan N, Kozlowski RJ, Sohn LE, et al. A clinical evaluation of the intubating laryngeal airway as a conduit for tracheal intubation in children. *Anesth Analg*. 2011; 112(1): 176-82.
121. Erlacher W, Tiefenbrunner H, Kästenbauer T, Schwarz S, Fitzgerald RD. CobraPLUS and Cookgas air-Q versus Fastrach for blind endotracheal intubation: a randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2011; 28(3): 181-6.
122. Karim YM, Swanson DE. Comparison of blind tracheal intubation through the intubating laryngeal mask airway (LMA Fastrach™) and the Air-Q. *Anaesthesia* 2011; 66(3): 185-90.
123. Joffe AM, Liew EC, Galgon RE, Viernes D, Treggiari MM. The second generation air-Q intubating laryngeal mask for airway maintenance during anaesthesia in adults: a report of the first 70 uses. *Anaesth Intensive Care* 2011; 39(1): 40-5.
124. The ERC Guidelines 2005. *Resuscitation* 2005; 67 (SI).

125. Garcia-Guasch R, Ferrà M, Benito P, Oltra J, Roca J. Ease of ventilation through the cuffe oropharyngeal airway (COPA), the laryngeal mask airway and the face mask in a cardiopulmonary resuscitation training manikin. *Resuscitation* 2001; 50(2): 173-7.
126. Burgoyne L, Cyna A. Laryngeal mask vs intubating laryngeal mask: insertion and ventilation by inexperienced resuscitators. *Anaesth Intensive Care* 2001; 29(6): 604-8.
127. Grayling M, Wilson IH, Thomas B. The use of the laryngeal mask airway and Combitube in cardiopulmonary resuscitation; a national survey. *Resuscitation* 2002; 52(2): 183-6.
128. Shuster M, Nolan J, Barnes TA. Airway and ventilation management. *Cardiol Clin* 2002; 20(1): 23-35. Review.
129. Genzwuerker HV, Dhonau S, Ellinger K. Use of the laryngeal tube for out-of- hospital resuscitation. *Resuscitation* 2002; 52(2): 221-4.
130. Gabrielli A, Layon AJ, Wenzel V, Dorges V, Idris AH. Alternative ventilation strategies in cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care* 2002; 8(3): 199- 211. Review.
131. Kette F, Reffo I, Giordani G, et al. The use of laryngeal tube by nurses in out- of-hospital emergencies: preliminary experience. *Resuscitation* 2005; 66(1): 21-5.
132. Thierbach AR, Piepho T, Maybauer M. The EasyTube for airway management in emergencies. *Prehosp Emerg Care* 2005; 9(4): 445-8.
133. Genzwürker H, Hundt A, Finteis T, Ellinger K. [Comparison of

different laryngeal mask airways in a resuscitation model]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2003; 38(2): 94-101.

134. Roberts K, Allison KP, Porter KM. A review of emergency equipment carried and procedures performed by UK front line paramedics. *Resuscitation* 2003; 58(2): 153-8.

135. Ferson DZ, Supkis DE, Rahlfs TF, et al. Evaluation of the intubating laryngeal mask as a primary airway device and a guide for blind endotracheal intubation. *Anesthesiology* 1997; 87: A485.

136. LMA Fastrach o ILMA. 2010. Available from: www.fibroanesthesia.com.

137. Goldman AJ, Rosenblatt WH. Use of fiberoptic intubating LMA-CTrach in two patients with difficult airways. *Anaesthesia* 2006; 61:601-3.

138. Timmerman A, Russo S. Evaluation of the CTrach, an intubating LMA with integrated fiberoptic system. *Br J Anaesth* 2006; 96: 516-21.

139. Bilgin H, Bozkurt M. Tracheal intubation using the ILMA, C-Trach or McCoy laryngoscope in patients with simulated cervical spine injury. *Anaesthesia* 2006; 61: 685-91.

140. Hwang JW, Park HP, Lim YJ, et al. Comparison of two insertion techniques of ProSeal laryngeal mask airway: standard versus 90-degree rotation. *Anesthesiology* 2009; 110(4): 905-7.

141. Jeon YT, Na HS, Park SH, et al. Insertion of the ProSeal laryngeal mask airway is more successful with the 90 degrees rotation technique. *Can J Anaesth* 2010; 57(3): 211-5.

142. Yun MJ, Hwang JW, Park SH, et al. The 90° rotation technique improves the ease of insertion of the ProSeal™ laryngeal mask airway in children. *Can J Anaesth* 2011; 58(4): 379-83.
143. Kuppusamy A, Azhar N. Comparison of bougie-guided insertion of Proseal laryngeal mask airway with digital technique in adults. *Indian J Anaesth* 2010; 54(1): 35-9.
144. Howath A, Brimacombe J, Keller C. Gum-elastic bougie-guided insertion of the ProSeal laryngeal mask airway: a new technique. *Anaesth Intensive Care* 2002; 30(5): 624-7.
145. Eschertzhuber S, Brimacombe J, Hohlrieder M, Stadlbauer KH, Keller C. Gum elastic bougie-guided insertion of the ProSeal laryngeal mask airway is superior to the digital and introducer tool techniques in patients with simulated difficult laryngoscopy using a rigid neck collar. *Anesth Analg* 2008; 107(4): 1253- 6.
146. Taneja S, Agarwal M, Dali JS, Agrawal G. Ease of Proseal Laryngeal Mask Airway insertion and its fiberoptic view after placement using Gum Elastic Bougie: a comparison with conventional techniques. *Anaesth Intensive Care* 2009; 37(3): 435-40.
147. Brimacombe J, Richardson C, Keller C, Donald S. Mechanical closure of the vocal cords with the laryngeal mask airway ProSeal™. *Br J Anaesth* 2002; 88: 296-7.
148. Stix MS, O'Connor CJ Jr. Maximum minute ventilation test for the ProSeal™ laryngeal mask airway. *Anesth Analg* 2002; 95: 1782-7.
149. Tekin M, Kati I, Tomak Y, Yuca K. Comparison of the effects of room

air and N2O + O2 used for ProSeal LMA cuff inflation on cuff pressure and oropharyngeal structure. J Anesth 2008; 22: 467-70.

150. Trumplemann P, Cook TM. Unilateral hypoglossal nerve injury following use of a ProSeal laryngeal mask. Anaesthesia 2005; 60: 101-2.

151. Bruce IA, Ellis R, Kay NJ. Nerve injury and the laryngeal mask airway. J Laryngol Otol 2004; 118: 899-901.

152. Mathes AM, Wrobel M, Reus E, et al. Fiberoptic guided intubation via the Laryngeal Mask Airway Supreme. J Clin Anesth 2008; 20: 322-3.

153. Micaglio M, Ori C, Parotto M, Feltracco P. Three different approaches to fiberoptic-guided intubation via the Laryngeal Mask Airway Supreme. J Clin Anesth 2009; 21: 153-4.

154. Matic A. Use of Arndt airway exchanger catheter set with the laryngeal mask airway Supreme. J Clin Anesth 2009; 21: 152-3.

155. Scoconi M, Corso RM, Piraccini E, Sandroni GM, Valente M. Mediastinitis after the use of the LMA-Supreme. Anaesth Intensive Care 2011; 39(5): 974-5.

156. Carron M, Freo U, Ori C. Sensory nerve damage after the use of the LMA Supreme. Anesthesiology 2010; 112(4): 1055-6.

157. López-Gil M, Brimacombe J, Cebrián J, Arranz J. Laryngeal mask airway in pediatric practice: A prospective study of skill acquisition by anesthesia residents. Anesthesiology 1996; 84(4): 807-811.

158. Servin F. Ambulatory anesthesia for the obese patient. Curr Opin

Anaesthesiol 2006; 19(6): 597-9.

159. Chung F, Mezei G, Tong D. Pre-existing medical conditions as predictors of adverse events in day-case surgery. *Br J Anaesth* 1999; 83(2): 262-270.

160. Duncan PG, Cohen MM, Tweed WA, et al. The Canadian four-centre study of anaesthetic outcomes: III. Are anaesthetic complications predictable in day surgical practice? *Can J Anesth* 1992; 39(51): 440-8.

161. Davies KE, Houghton K, Montgomery JE. Obesity and day-case surgery. *Anaesthesia* 2001; 56(11): 1112-5.

162. Keller C, Brimacombe J, Kleinsasser A, Brimacombe L. The laryngeal mask airway ProSeal™ as a temporary ventilatory device in grossly and morbidly obese patients before laryngoscope-guided tracheal intubation. *Anesth Analg* 2002; 94(3): 737-740.

163. Natalini G, Franceschetti ME, Pantelidi MT, et al. Comparison of the standard laryngeal mask airway and the ProSeal laryngeal mask airway in obese patients. *Br J Anaesth* 2003; 90(3): 323-6.

164. Maltby JR, Beriault MT, Watson NC, Liepert DJ, Fick GH. LMA-Classic™ and LMAProSeal™ are effective alternatives to endotracheal intubation for gynaecologic laparoscopy. *Can J Anesth* 2003; 50(1): 71-7.

165. Abdi W, Dhonneur G, Amathieu R, et al. LMA supreme versus facemask ventilation performed by novices: A comparative study in morbidly obese patients showing difficult ventilation predictors. *Obes Surg* 2009; 19(12): 1624-30.

166. Timmermann A, Cremer S, Eich C, et al. Prospective clinical and fiberoptic evaluation of the Supreme laryngeal mask airway. *Anesthesiology* 2009; 110(2): 262-5.
167. Sharma V, Verghese C, McKenna PJ. Prospective audit on the use of the LMA Supreme for airway management of adult patients undergoing elective orthopaedic surgery in prone position. *Br J Anaesth* 2010; 105(2): 228-32.
168. Gerges FJ, Kanazi GE, Jabbour-Khoury SI. Anesthesia for laparoscopy: A review. *J Clin Anesth* 2006; 18(1): 67-78.
169. Yao WY, Li SY, Sng BL, Lim Y, Sia AT. The LMA Supreme™ in 700 parturients undergoing Cesarean delivery: an observational study. *Can J Anaesth* 2012; 59(7): 648-54.
170. Natalini G, Lanza G, Rosano A, Dell'Agnolo P, Bernardini A. Standard laryngeal mask airway and LMA-ProSeal during laparoscopic surgery. *J Clin Anesth* 2003; 15(6): 428-432.
171. Maltby JR, Beriault MT, Watson NC, Liepert D, Fick GH. The LMA-ProSeal is an effective alternative to tracheal intubation for laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anesth* 2002, 49(8): 857-862.
172. Lu PP, Brimacombe J, Yang C, Shyr M. ProSeal versus the Classic laryngeal mask airway for positive pressure ventilation during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 2002; 88(6): 824-7.
173. Miller DM, Camperota L. Advantages of ProSeal and Slipa airways over tracheal tubes for gynecological laparoscopies. *Can J Anesth* 2006; 53(2): 188- 193.

174. Lim Y, Goel S, Brimacombe JR. The ProSeal laryngeal mask airway is an effective alternative to laryngoscope-guided tracheal intubation for gynaecological laparoscopy. *Anaesth Intensive Care* 2007; 35(1): 52-6.
175. Viira D, Myles PS. The use of the laryngeal mask in gynaecological laparoscopy. *Anaesth Intensive Care* 2004; 32(4): 560-3.
176. Abdi W, Amathieu R, Adhoum A, et al. Sparing the larynx during gynecological laparoscopy: A randomized trial comparing the LMA Supreme and the ETT. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010; 54(2): 141-6.
177. Hosten T, Gurkan Y, Ozdamar D, et al. A new supraglottic airway device: LMA Supreme™, comparison with LMA-ProSeal™. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009; 53(7): 852-7.
178. Yao T, Yang XL, Zhang F et al. [The feasibility of Supreme laryngeal mask airway in gynaecological laparoscopy surgery]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2010; 90: 2048-51.
179. Pott L, Swick JT, Stack BC Jr. Assessment of recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery with laryngeal mask airway. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2007; 133(3): 266-9.
180. Terris DJ, Moister B, Seybt MW, Gourin CG, Chin E. Outpatient thyroid surgery is safe and desirable. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007; 136(4): 556- 9.
181. Lee SW, Choi EC, Lee YM, et al. Is Lack of placement of drains after thyroidectomy with central neck dissection safe? A prospective, randomized study. *Laryngoscope* 2006; 116(9): 1632-5.

182. Hobbiger HE, Allen JG, Greatorex RG, Denny NM. The laryngeal mask airway for thyroid and parathyroid surgery. *Anaesthesia* 1996; 51(10): 972-4.
183. Eltzschig HK, Posner M, Moore FD Jr. The use of readily available equipment in a simple method for intraoperative monitoring of recurrent laryngeal nerve function during thyroid surgery initial experience with more than 300 cases. *Arch Surg* 2002; 137(4): 452-7.
184. Ellard L, Brown DH, Wong DT. Extubation of a difficult airway after thyroidectomy: use of a flexible bronchoscope via the LMA-Classic™. *Can J Anaesth* 2012; 59(1): 53-7.
185. Lee C, Cooper RM, Goldstein D. Management of a patient with tracheomalacia and supraglottic obstruction after thyroid surgery. *Can J Anaesth*. 2011; 58(11): 1029-33.
186. McCaul CL, Harney D, Ryan M, et al. Airway management in the lateral position: A randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2005; 101(4): 1221-5.
187. Olsson GL, Hallen B, Hambræus-Jonzon K. Aspiration during anaesthesia: A computer-aided study of 185 358 anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986; 30(1): 84-92.
188. Valero R, Serrano S, Adalia R, et al. Anesthetic management of a patient in prone position with a drill bit penetrating the spinal canal at C1-C2, using a laryngeal mask. *Anesth Analg* 2004; 98(5): 1477-50.
189. Brimacombe J, Keller C. An unusual case of airway rescue in the prone position with the ProSeal laryngeal mask airway. *Can J Anesth*.

2005; 52(8): 884.

190. Chen CC, Hung WT, Liou CM. Evaluation of airway leakage using reinforced laryngeal mask during dental anesthesia with spontaneous breathing. *Acta Anaesthesiol Sin* 2002; 40(1): 21-4.

191. López AM, Valero R, Brimacombe J. Insertion and use of the LMA Supreme in the prone position. *Anaesthesia* 2010; 65(2): 154-7.

192. Stevens WC, Mehta PD. Use of the laryngeal mask airway in patients positioned for short surgical cases in an ambulatory surgery unit in the United States. *J Clin Anesth* 2008; 20(6): 487-8.

193. García-Aguado R, Tornero F, Otero M, Sanchís R. Algunas consideraciones sobre la inserción de la máscara laríngea Proseal en decúbito prono. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2008; 55(5): 320-1.

194. Brimacombe JR, Wenzel V, Keller C. The ProSeal laryngeal mask airway in prone patients: A retrospective audit of 245 patients. *Anaesth Intensive Care* 2007; 35(2): 222-5.

195. Zaballos García M, López Álvarez S. Usos avanzados de la mascarilla laríngea. En: ASECMA editor. *Recomendaciones Prácticas de Uso de la Mascarilla Laríngea en Cirugía Ambulatoria*. 2a ed. Gijón; 2010. p. 41-60.

196. Webster AC, Morley-Forster PK, Janzen V, et al. Anesthesia for intranasal surgery: A comparison between tracheal intubation and the flexible reinforced laryngeal mask airway. *Anesth Analg* 1999; 88(2): 421-5.

197. Dolling S, Anders N, Rolfe SE. A comparison of deep vs awake

removal of the laryngeal mask airway in paediatric dental day case surgery. A randomized controlled trial. *Anaesthesia* 2003; 58(12): 1224-8.

198. Keller C, Brimacombe J. The influence of head and neck position on oropharyngeal leak pressure and cuff position with the flexible and the standard laryngeal mask airway. *Anesth Analg* 1999; 88(4): 913-6.

199. Brimacombe J, Keller C. Stability of the LMA-ProSeal and standard laryngeal mask airway in different head and neck positions: A randomized crossover study. *Eur J Anaesthesiol* 2003; 20(1): 65-9.

200. Brimacombe J, Keller C, Brimacombe L. A comparison of the laryngeal mask airway ProSeal™ and the laryngeal tube airway in paralyzed anesthetized adult patients undergoing pressure-controlled ventilation. *Anesth Analg* 2002; 95(3): 770-6.

201. Alexander CA. A modified Intavent® laryngeal mask for ENT and dental anesthesia. *Anaesthesia* 1990; 45(10): 892-3.

202. Quinn AC, Samaan A, McAteer EM, Moss E, Vucevic M. The reinforced laryngeal mask airway for dento-alveolar surgery. *Br J Anaesth* 1996; 77(2): 185-8.

203. Reber A, Engberg G, Sporre B, Kviele L, Rothen HU, Wegenius G, et al. Volumetric analysis of aeration in the lungs during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1996; 76: 760-6.

204. Hartland BL, Newell TJ, Damico N. Alveolar recruitment maneuvers under General Anesthesia: a Systematic Review of the Literature. *Respir Care* 2015; 60: 609-620.

205. Duff JP, Rosychuk RJ, Joffe AR. The safety and efficacy of sustained inflations as a lung recruitment maneuver in pediatric intensive care unit patients. *Intensive Care Medicine* 2007; 33(10): 1778-1786.
206. Fan E, Wilcox ME, Brower RG, Stewart TE, Mehta S, Lapinsky SE, et al. Recruitment maneuvers for acute lung injury: a systematic review. *Am J Respir Crit Care Med* 2008; 178(11): 1156-1163.
207. Claxton BA, Morgan P, McKeague H, Mulpur A, Berridge J. Alveolar recruitment strategy improves arterial oxygenation after cardio-pulmonary bypass. *Anaesthesia* 2003; 58(2): 111-116.
208. Unzueta C, Tusman G, Suarez-Sipmann F, Bohm S, Moral V. Alveolar recruitment improves ventilation during thoracic surgery: a randomized controlled trial. *Br J Anaesth* 2012; 108(3): 517-524.
209. Hohlrieder M, Brimacombe J, von Goedecke A, Keller C. Postoperative nausea, vomiting, airway morbidity, and analgesic requirements are lower for the ProSeal laryngeal mask airway than the tracheal tube in females undergoing breast and gynaecological surgery. *Br J Anaesth* 2007; 99(4): 576- 80.
210. Suarez Sipmann F. Utility of recruitment maneuvers (PRO). *Med Intensiva*. 2009; 33(3):134-8.
211. Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, Desai SP, Waraksa B, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J* 1985; 32(4): 429-34.
212. Mallampati SR. Clinical sign to predict difficult tracheal intubation (hypothesis). *Can Anaesth Soc J* 1983; 30(3 Pt 1): 316-7.
213. Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 1987; 42(5): 487-90.

214. Mariscal M, Casillas A, Rey F. Valoración y predicción de la vía aérea difícil. En: ERGON, editor. Manejo actual de la vía aérea difícil. Madrid; 2007; 13-20.
215. Bandi V, Munnur U, Braman SS. Airway problems in patients with rheumatologic disorders. *Crit Care Clin* 2002; 18(4): 749-65.
216. Krobbuaban B, Diregpoke S, Kumkeaw S, Tanomsat M. The predictive value of the height ratio and thyromental distance: four predictive tests for difficult laryngoscopy. *Anesth Analg* 2005; 101(5): 1542-5.
217. Tripathi M, Pandey M. Short thyromental distance: a predictor of difficult intubation or an indicator for small blade selection? *Anesthesiology* 2006; 104(6): 1131-6.
218. Khan ZH, Kashfi A, Ebrahimkhani E. A comparison of the upper lip bite test (a simple new technique) with modified Mallampati clasification in predicting difficulty of endotracheal intubation: a prospective blinded study. *Anesth Analg* 2003; 96: 595-9.
219. Keller C, Brimacombe JR, Keller K, Morris R: Comparison of four methods for assessing airway sealing pressure with the laryngeal mask airway in adult patients. *Br J Anaesth* 1999; 82: 286-7.
220. Pelosi P, Cadringer P, Bottino N, Panigada M, Carrieri F, Riva E, *et al.* Sigh acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 872-80.
221. Meade MO, Cook DJ, Guyatt GH, Slutsky AS, Arabi YM, Cooper DJ, *et al.* Ventilation strategy using low tidal volumes, recruitment maneuvers, and high positive end-expiratory pressure for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA* 2008; 299: 637-45.

222. Oczenski W, Hörmann C, Keller C, Lorenzl N, Kepka A, Schwarz S, *et al.* Recruitment maneuvers after a positive end-expiratory pressure trial do not induce sustained effects in early adult respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 2004; 101: 620-5.
223. Xi X-M, Jiang L, Zhu B, RM group. Clinical efficacy and safety of recruitment maneuver in patients with acute respiratory distress syndrome using low tidal volume ventilation: a multicenter randomized controlled clinical trial. *Chin Med J (Engl)* 2010; 123: 3100-5.
224. Brower RG, Morris A, MacIntyre N, Matthay MA, Hayden D, Thompson T, *et al.* Effects of recruitment maneuvers in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome ventilated with high positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med* 2003; 31: 2592-7.
225. Lim C-M, Jung H, Koh Y, Lee JS, Shim T-S, Lee S-D, *et al.* Effect of alveolar recruitment maneuver in early acute respiratory distress syndrome according to antiderecruitment strategy, etiological category of diffuse lung injury, and body position of the patient. *Crit Care Med* 2003; 31: 411-8.
226. Iannuzzi M, De Sio A, De Robertis E, Piazza O, Servillo G, Tufano R. Different patterns of lung recruitment maneuvers in primary acute respiratory distress syndrome: effects on oxygenation and central hemodynamics. *Minerva Anesthesiol* 2010; 76: 692-8.
227. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, *et al.* Effect of a protective- ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1998; 338: 347-54.
228. Huh JW, Jung H, Choi HS, Hong S-B, Lim C-M, Koh Y. Efficacy of positive end-expiratory pressure titration after the alveolar recruitment manoeuvre in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*

Lond Engl 2009; 13: R22.

229. Park HP, Hwang JW, Kim YB, Jeon YT, Park SH, Yun MJ, *et al.* Effect of pre-emptive alveolar recruitment strategy before pneumoperitoneum on arterial oxygenation during laparoscopic hysterectomy. *Anaesth Intensive Care* 2009; 37: 593-7.

230. Severgnini P, Selmo G, Lanza C, Chiesa A, Frigerio A, Bacuzzi A, *et al.* Protective mechanical ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery improves postoperative pulmonary function. *Anesthesiology* 2013; 118: 1307-21.

231. Futier E, Constantin J-M, Pelosi P, Chanques G, Kwiatkoski F, Jaber S, *et al.* Intraoperative recruitment maneuver reverses detrimental pneumoperitoneum-induced respiratory effects in healthy weight and obese patients undergoing laparoscopy. *Anesthesiology* 2010; 113: 1310-9.

232. PROVE Network Investigators for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology, Hemmes SNT, Gama de Abreu M, Pelosi P, Schultz MJ. High *versus* low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2014; 384: 495-503.

233. Goldmann K, Gerlach M, Bornträger C. [Proseal™ laryngeal mask in normal weight and obese patients: oxygenation under pressure-controlled ventilation and different end-expiratory pressures]. *Anaesthesist* 2011 Oct; 60(10): 908-15.

234. Goldmann K, Roettger C, Wulf H. Use of the Proseal laryngeal mask airway for pressure-controlled ventilation with and without positive end-expiratory pressure in paediatric patients: a randomized, controlled study. *Br J Anaesth.* 2005 Dec;95(6):831-4.

235. Froessler B, Brommundt J, Anton J, Khanduja R, Kuhlen R, Rossaint
289

R, Coburn M. Spontaneously breathing anesthetized patients with a laryngeal mask airway: positive end-expiratory pressure does not improve oxygen saturation. *Anaesthesist* 2010 Nov; 59(11): 1003-4, 1006-7.

236. Seet E, Rajeev S, Firoz T et al. Safety and efficacy of laryngeal mask airway Supreme versus laryngeal mask airway Proseal: a randomized controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2010; 27: 602-7.

237. Beleña J, Núñez M, Vidal A, Gasco C, Gilsanz C, Alcojor A, Anta D, López A. Use of second generation supraglottic airway devices in laparoscopic cholecystectomy: a prospective, randomized comparison of LMA Proseal™, LMA Supreme™ and i-gel™; *Acta Anaesthesiol Belg* 2016; 67: 121-8.

238. Beleña JM, Núñez M, Anta D, Carnero M, Gracia JL, Ayala JL, Álvarez R, Yuste J. Comparison of Laryngeal Mask Airway Supreme and Laryngeal Mask Airway Proseal with respect to oropharyngeal leak pressure during laparoscopic cholecystectomy: a randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2013 Mar; 30(3): 119-23.

239. Anand LK, Goel N, Singh M, Kapoor D. Comparison of the Supreme and the ProSeal laryngeal mask airway in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy: A randomized controlled trial. *Acta Anaesthesiol Taiwan*. 2016 Jun; 54(2): 44-50.

240. López AM, Agusti M, Gambus P, Pons M, Anglada T, Valero R. A randomized comparison of the Ambu AuraGain versus the LMA supreme in patients undergoing gynaecologic laparoscopic surgery. *J Clin Monit Comput*. 2016 Nov 26. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 27889843.

241. Beleña JM, Núñez M, Vidal A, Gasco C, Alcojor A, Lee P, Pérez JL. Randomized comparison of the i-gel™ with the LMA Supreme™ in anesthetized adult patients. *Anaesthesist* 2015 Apr; 64(4): 271-6.

242. Maitra S, Baidya DK, Arora MK, Bhattacharjee S, Khanna P.

Laryngeal mask airway ProSeal provides higher oropharyngeal leak pressure than i-gel in adult patients under general anesthesia: a meta-analysis. *J Clin Anesth.* 2016 Sep; 33: 298-305.

243. Taxak S, Gopinath A, Saini S, Bansal T, Ahlawat MS, Bala M. A prospective study to evaluate and compare laryngeal mask airway ProSeal and i-gel airway in the prone position. *Saudi J Anaesth* 2015 Oct-Dec; 9(4): 446-50.

244. Jadhav PA, Dalvi NP, Tendolkar BA. I-gel versus laryngeal mask airway-Proseal: Comparison of two supraglottic airway devices in short surgical procedures. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2015 Apr-Jun; 31(2): 221-5.

245. Chauhan G, Nayar P, Seth A, Gupta K, Panwar M, Agrawal N. Comparison of clinical performance of the I-gel with LMA proseal. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2013 Jan; 29(1): 56-60.

246. Radhika KS, Sripriya R, Ravishankar M, Hemanth Kumar VR, Jaya V, Parthasarathy S. Assessment of suitability of i-gel and laryngeal mask airway-supreme for controlled ventilation in anesthetized paralyzed patients: A prospective randomized trial. *Anesth Essays Res* 2016 Jan-Apr; 10(1): 88-93.

247. Arı DE, Ar AY, Karip CŞ, Siyahkoç İ, Arslan AH, Akgün FN. Comparison of i-gel with Classic Laryngeal Mask Airway regarding the ease of use and clinical performance. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2015 Oct; 43(5): 299-303.

248. Peker G, Takmaz SA, Baltacı B, Başar H, Kotanoğlu M. Comparison of Four Different Supraglottic Airway Devices in Terms of Efficacy, Intra-ocular Pressure and Haemodynamic Parameters in Children Undergoing Ophthalmic Surgery. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2015 Oct; 43(5): 304-12.

249. Saran S, Mishra SK, Badhe AS, Vasudevan A, Elakkumanan LB, Mishra G. Comparison of i-gel supraglottic airway and LMA-ProSeal™ in pediatric patients under controlled ventilation. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2014 Apr; 30(2): 195-8.
250. Edmark L, Auner U, Lindbäck J, Enlund M, Hedenstierna G. Postoperative atelectasis – a randomized trial investigating a ventilatory strategy and low oxygen fraction during recovery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2014 Jul; 58(6): 681-8.
251. Lapinsky SE, Aubin M, Mehta S, Boiteau P, Slutsky AS. Safety and efficacy of a sustained inflation for alveolar recruitment in adults with respiratory failure. *Intensive Care Med* 1999; 25: 1297-301.
252. Aretha D, Fligou F, Kiekkas P, Messini C, Panteli E, Zintzaras E, Karanikolas M. Safety and effectiveness of alveolar recruitment maneuvers and positive end-expiratory pressure during general anesthesia for cesarean section: a prospective, randomized trial. *Int J Obstet Anesth.* 2016 Dec 23. pii: S0959-289X(16)30201-1. [Epub ahead of print]
253. Pang CK, Yap J, Chen PP. The effect of an alveolar recruitment strategy on oxygenation during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesth Intensive Care* 2003; 31(2):176-180.
254. Talab HF, Zabani IA, Abdelrahman HS, Bukhari WL, Mamoun I, Ashour MA, Sadeq BB, El Sayed SI. Intraoperative ventilatory strategies for prevention of pulmonary atelectasis in obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Anesth Analg* 2009 Nov; 109(5): 1511-6.
255. Park SJ, Kim BG, Oh AH, Han SH, Han HS, Ryu JH. Effects of intraoperative protective lung ventilation on postoperative pulmonary complications in patients with laparoscopic surgery: prospective, randomized and controlled trial. *Surg Endosc* 2016 Oct; 30(10): 4598-606.

256. Minkovich L, Djaiani G, Katznelson R, Day F, Fedorko L, Tan J, Carroll J, Cheng D, Karski J. Effects of alveolar recruitment on arterial oxygenation in patients after cardiac surgery: a prospective, randomized, controlled clinical trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth* **2007** Jun; 21(3): 375-8.
257. Pelosi P, Bottino N, Chiumello D, Caironi P, Panigada M, Gamberoni C, et al. Sigh in supine and prone position during acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 167: 521-7.
258. Foti G, Cereda M, Sparacino ME, De Marchi L, Villa F, Pesenti A. Effects of periodic lung recruitment maneuvers on gas exchange and respiratory mechanics in mechanically ventilated acute respiratory distress syndrome (ARDS) patients. *Intensive Care Med* 2000; 26: 501-7.
259. Johannigman JA, Miller SL, Davis BR, Davis K, Campbell RS, Branson RD. Influence of low tidal volumes on gas exchange in acute respiratory distress syndrome and the role of recruitment maneuvers. *J Trauma* 2003; 54: 320-5.
260. Borges JB, Okamoto VN, Matos GFJ, Caramenz MPR, Arantes PR, Barros F, et al. Reversibility of lung collapse and hypoxemia in early acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 174: 268-78.
261. Morán I, Blanch L, Fernández R, Fernández-Mondéjar E, Zavala E, Mancebo J. Acute physiologic effects of a stepwise recruitment maneuver in acute respiratory distress syndrome. *Minerva Anesthesiol* 2011; 77: 1167-75.
262. Katsiari M, Koulouris NG, Orfanos SE, Maguina N, Sotiropoulou C, Koutsoukou A. Intercomparison of three recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome: the role of Body Mass Index. *Minerva Anesthesiol* 2012; 78: 675-83.

263. Constantin J-M, Jaber S, Futier E, Cayot-Constantin S, Verny-Pic M, Jung B, et al. Respiratory effects of different recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Lond Engl* 2008; 12: R50.
264. Meade MO, Cook DJ, Griffith LE, Hand LE, Lapinsky SE, Stewart TE, et al. A study of the physiologic responses to a lung recruitment maneuver in acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Respir Care* 2008; 53: 1441-9.
265. Khazin V, Ezri T, Yishai R, Sessler DI, Serour F, Szmuk P, Evron S. Gastroesophageal regurgitation during anesthesia and controlled ventilation with six airway devices. *J Clin Anesth* 2008 Nov; 20(7):508-13.
266. Russo SG, Cremer S, Galli T, Eich C, Bräuer A, Crozier TA et al.: Randomized comparison of the i-gel™, the LMA Supreme™, and the Laryngeal Tube Suction-D using clinical and fiberoptic assessments in elective patients. *BMC Anesthesiol* 2012 Aug 7; 12:18.
267. Park SY, Rim JC, Kim H, Lee JH, Chung CJ. Comparison of i-gel and LMA Supreme during laparoscopic cholecystectomy. *Korean J Anesthesiol*. 2015 Oct; 68(5): 455-61.
268. Yu SH, Beirne OR. Laryngeal mask airways have a lower risk of airway complications compared with endotracheal intubation: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg* 2010; 68(10): 2359-76.
269. Verghese C, Brimacombe JR. Survey of laryngeal mask airway usage in 11,910 patients: safety and efficacy for conventional and nonconventional usage. *Anesth Analg* 1996; 82(1): 129-33.
270. Eschertzhuber S, Brimacombe J, Hohlrieder M, Keller C. The Laryngeal Mask Airway Supreme™– a single use laryngeal mask airway with an oesophageal vent. A randomized, cross-over study with the Laryngeal Mask Airway ProSeal™ in paralyzed, anaesthetised patients. *Anaesthesia* 2009; 64(1): 79-83.

271. Roth H, Genzwuerker HV, Rothhaas A, Finteis T, Schmeck J. The ProSeal laryngeal mask airway and the laryngeal tube Suction for ventilation in gynaecological patients undergoing laparoscopic surgery. *Eur J Anaesthesiol* 2005; 22(2): 117-22.
272. Carron M, Stefano V, Ori C. Bilateral vocal cord paralysis and oedema after placement of a ProSeal laryngeal mask airway in a patient with spinocerebellar ataxia. *Br J Anaesth* 2009; 102(6): 890-1.
273. Goldmann K, Dieterich J, Roessler M. Laryngopharyngeal mucosal injury after prolonged use of the ProSeal LMA in a porcine model: a pilot study. *Can J Anaesth* 2007; 54(10): 822-8.
274. Brimacombe J, Keller C. Salivary gland swelling and lingual nerve injury with the ProSeal laryngeal mask airway. *Eur J Anaesthesiol* 2005; 22(12): 954-5.
275. Brimacombe J, Clarke G, Keller C. Lingual nerve injury associated with the ProSeal laryngeal mask airway: a case report and review of the literature. *Br J Anaesth* 2005; 95(3): 420-3.
276. Hohlrieder M, Brimacombe J, Eschertzhuber S, Ulmer H, Keller C. A study of airway management using the ProSeal LMA laryngeal mask airway compared with the tracheal tube on postoperative analgesia requirements following gynaecological laparoscopic surgery. *Anaesthesia* 2007; 62(9): 913- 8.
277. Rieger A, Brunne B, Hass I, et al. Laryngo-pharyngeal complaints following laryngeal mask airway and endotracheal intubation. *J Clin Anesth* 1997; 9(1): 42-7.
278. López AM, Valero R, Hurtado P, et al. Comparison of the LMA Supreme™ with the LMA Proseal™ for airway management in patients anaesthetized in prone position. *Br J Anaesth* 2011; 107(2): 265-71.

ABREVIATURAS

AG	Anestesia General
ASA	American Society of Anesthesiologist
BMI	Body Mass Index
CeD	Compliance efectiva Dinámica
CeE	Compliance efectiva Estática
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure
CPT	Capacidad Pulmonar Total
CRF	Capacidad Residual Funcional
C _{SR}	Compliance del Sistema Respiratorio
CV	Capacidad Vital
DE	Desviación Estándar
DSAG	Dispositivo Supraglótico con Aspiración Gástrica
DSG	Dispositivo Supraglótico
EA	Efectos Aleatorios
EE	Error Estándar
EES	Esfínter Esofágico Superior
EF	Efectos fijos
E _{SR}	Elastancia del Sistema Respiratorio
EtCO ₂	Dióxido de Carbono al final de la Espiración
EVA	Escala Visual Analógica
FC	Frecuencia Cardiaca
FiO ₂	Fracción inspirada de Oxígeno
IC	Intervalo de Confianza
IET	Intubación Endotraqueal
ILMA	Mascarilla Laringea de Intubación
IMC	Índice de Masa Corporal
LMA	Mascarilla Laríngea (Laryngeal Mask Airway)
LMA-C	Mascarilla Laríngea Clásica

LMA-F	Mascarilla Laríngea Flexible
LMA-P	Mascarilla Laríngea Proseal
LMA-S	Mascarilla Laríngea Supreme
MCV	Maniobras de Capacidad Vital
MRA	Maniobras de Reclutamiento Alveolar
MSP	Margen de Seguridad de Presión
P _{alv}	Presión alveolar
PaCO ₂	Presión parcial arterial de Dióxido de Carbono
PAM	Presión Arterial Media
PaO ₂	Presión parcial arterial de Oxígeno
PEEP	Positive End-Expiratory Pressure
PEEPi	PEEP intrínseca
P _{PLAT}	Presión Plateau
PSOF	Presión de Sellado Orofaríngeo
PTP	Presión Transpulmonar
Pva	Presión en vía aérea
Pva-ms	Presión meseta en vía aérea
Pva-pc	Presión pico en vía aérea
RCP	Reanimación Cardiopulmonar
R _{SR}	Resistencia del Sistema Respiratorio
RVP	Resistencia Vascular Pulmonar
SDRA	Síndrome de Distres Respiratorio Agudo
SpO ₂	Saturación parcial de Oxígeno
TET	Tubo Endotraqueal
TS	Test de Sellado
URPA	Unidad de Recuperación Post-Anestésica
Va/Q	Relación Ventilación/Perfusión
V _c	Volumen Corriente
V _T	Volumen Tidal
V _{TE}	Volumen Tidal Espirado
V _{TE-B}	Volumen Tidal Espirado Basal

ANEXO 1: Hoja de recogida de datos

Reclutamiento alveolar intraoperatorio con dispositivos supraglóticos con acceso gástrico: LMA Supreme y LMA Proseal

Pegatina identificativa del paciente

- Fecha:
- Dispositivo utilizado: LMA Proseal LMA Supreme
- Intervención quirúrgica:

Variables

- Sexo: ♀ ♂ Edad: Peso: Altura: IMC:
- Fumador: Si No
- ASA:
- Tiempo de anestesia:
- Tiempo de cirugía:
- Saturación basal de O₂:
- Número de intentos de colocación de LMA: LMA n°:
- Test de sellado o PSOF: cmH₂O

Efectos adversos intraoperatorios

Tos: Si No

Estridor laríngeo/ laringoespasmo/ broncoespasmo: Si No

Episodios de hipoxia ($\text{SpO}_2 < 90\%$): Si No

Presencia de sangre al retirar LMA: Si No

Efectos adversos postoperatorios

1. Dolor de garganta a los 60 min en URPA EVA de 0 – 10:

<i>Tiempo (min)</i>	Basal	PEEP +5	PEEP + 15	Tras Reclutamiento
V_t espirado				
Pva-pico				
Pva-meseta				
PAM				
PAS				
PAD				
PEEP				
SpO₂				
EtCO₂				
C_eE				
C_eD				
PEEP max.				
PEEP no max				
Causa				

ANEXO 2: Consentimiento informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA Y REANIMACIÓN

NOMBRE: _____

APELLIDOS: _____

NºHº: _____

Médico que le informa: _____

Fecha: _____

PROCEDIMIENTOS DE ANESTESIA GENERAL, LOCO-REGIONAL O SEDACIÓN

La anestesia es un procedimiento que permite realizar una intervención quirúrgica, un parto o llevar a cabo una prueba diagnóstica sin dolor.

Durante la **anestesia general**, por efecto de los fármacos usted permanecerá dormido durante toda la intervención. En esta situación será necesario mantener la respiración mediante un tubo ó mascarilla conectado a un respirador.

En casos de **anestesia loco-regional** o **analgesia regional de parto** usted permanecerá despierto. Se le administrará el fármaco anestésico en la zona donde se va a intervenir y cuando se requiera un área anestesiada más amplia, en puntos específicos como la columna vertebral, la axila, el cuello, etc., según sea en cada caso la región que se quiera anestesiarse.

La **sedación** se emplea para disminuir su ansiedad durante intervenciones quirúrgicas realizadas con anestesia loco-regional ó durante procedimientos diagnósticos (endoscopias, radiología, etc.).

En ocasiones, una técnica de sedación ó de anestesia loco-regional puede precisar su conversión a anestesia general por dificultades en la técnica, complicaciones en la intervención, etc.

Durante el tiempo que dure la intervención, parto o prueba diagnóstica, sea cual sea el tipo de anestesia que se le administre, usted estará controlado/a por un médico especialista, el Anestesiólogo, que valorará mediante diferentes sistemas de vigilancia, sus requerimientos anestésicos y la respuesta de su organismo a los fármacos administrados y a dicha intervención quirúrgica.

Con cualquier tipo de anestesia y dependiendo de la intervención y de su estado clínico puede ser necesario transfundirle sangre o algún derivado de ella, que procede de donantes sanos que no reciben compensación económica por la donación. Cada donación es analizada con técnicas de máxima precisión para la detección de enfermedades infecciosas que se transmiten por la sangre (Hepatitis, SIDA, etc.). A pesar de ello, la sangre y sus componentes pueden transmitir estas enfermedades, aunque con muy baja frecuencia. Al igual que los medicamentos, la sangre y sus componentes pueden originar reacciones transfusionales.

RIESGOS

Cualquier técnica anestésica conlleva riesgos. La probabilidad de una complicación anestésica, incluso de muerte, es muy escasa aunque no se pueda descartar.

Riesgos de la anestesia general.

- Reacciones alérgicas a cualquiera de los fármacos, sangre y derivados o líquidos intravenosos administrados, aunque no existan antecedentes alérgicos conocidos. Estas reacciones pueden llegar a ser graves aunque tienen carácter extraordinario. Siguiendo las instrucciones de las Autoridades Sanitarias y de las Sociedades de Anestesiología-Reanimación y de Alergología e Inmunología, se considera que no deben practicarse estudios alérgicos en pacientes sin antecedentes alérgicos previos.
- En ocasiones, la introducción del tubo por la boca puede entrañar dificultades, provocar rotura, movilización y extracción accidental de piezas dentarias. Igualmente, durante la inserción del tubo, puede pasar al pulmón parte del contenido del estómago y ocasionar complicaciones respiratorias. Esta complicación es grave, aunque poco frecuente. La forma de prevenirla es guardar ayuno al menos durante 6 horas antes de la intervención programada.
- Complicaciones cardíacas (alteraciones del ritmo cardíaco, infarto, parada cardíaca, etc.), respiratorias (insuficiencia respiratoria, neumonía, etc.), renales, hepáticas, etc. Aunque son más probables en pacientes con afectación previa de dichos órganos, no se excluyen en personas sanas y en relación con el tipo de intervención quirúrgica a realizar.

- Lesiones oculares ó nerviosas debidas a la postura en la mesa de operaciones y dolores musculares postoperatorios.
- Nauseas, vómitos, y dificultad para orinar en el postoperatorio.
- Flebitis y/o tromboflebitis por catéter venoso. Quemaduras cutáneas y electrocución por la utilización intraoperatoria de instrumentación eléctrica.
- Depresión, pesadillas o neurosis postanestésicas.

Riesgos de la anestesia loco-regional y analgesia loco-regional de parto.

Reacciones alérgicas a los anestésicos locales utilizados, aun sin que existan antecedentes alérgicos conocidos.

Lesión de tejidos adyacentes, vasculares o nerviosos, neumotórax, hematoma, sangrado o infección en la zona de punción.

Meningitis en las punciones raquídeas.

Trastornos de la sensibilidad, con sensación de acorchamiento u hormigueo, y/o parálisis de los miembros anestesiados, que puede ser parcial o total, generalmente pasajeros.

Dolor de cabeza y trastornos de la visión.

Dolor de espalda y dificultades para orinar.

En ocasiones excepcionales, como consecuencia de la dificultad en la técnica, la anestesia pasa rápidamente a la sangre, pudiendo acompañarse de complicaciones graves como hipotensión arterial, convulsiones, etc.

Riesgos personalizados:

Doy mi consentimiento para que en la intervención participen profesionales sanitarios en formación. Doy mi consentimiento para que se puedan realizar fotografías y/o grabar la intervención quirúrgica para su utilización con fines didácticos, científicos o docentes.

Nunca se identificará el nombre del paciente o sus familiares en las grabaciones.

Doy mi consentimiento para ser incluido en el estudio clínico motivo de Tesis Doctoral (Mónica Núñez Murias, Médico Especialista en Anestesiología y Reanimación):

“Reclutamiento alveolar intraoperatorio con dispositivos supraglóticos con acceso gástrico: LMA Supreme y LMA Proseal”, disponiendo así de los datos de interés científico derivados de mi proceso quirúrgico.

Declaro que he sido informado por el médico de los riesgos de la anestesia, que me han explicado las posibles alternativas y que sé que en cualquier momento puedo revocar mi consentimiento.

Estoy satisfecho con la información recibida, he podido formular todas las preguntas que he creído conveniente y me han aclarado todas las dudas planteadas.

En consecuencia doy mi consentimiento para ser anestesiado.

Firma del paciente:

Firma del médico

.....

.....

Nombre del representante legal en caso de incapacidad o minoría de edad del paciente, con indicación del carácter con el que interviene (padre, madre, tutor, etc.)

.....

Firma:

D.N.I.:.....

DENEGACIÓN Ó REVOCACION

Deniego el consentimiento a la anestesia, haciéndome plenamente responsable de las consecuencias que puedan derivarse de esta decisión expresada de forma libre y consciente.

Firma y DNI del paciente:

Firma del médico:

.....

.....

